

THÈSE

présentée

à L'UNIVERSITE de PARIS VII

par

Jean Jacques ALBARET

pour l'obtention

DU DOCTORAT 3^e CYCLE

BIOLOGIE ANIMALE -- ZOOLOGIE EXPERIMENTALE

sujet de thèse

LA REPRODUCTION DE L'ALBACORE

(Thunnus albacares, BONNATERRE 1788)

DANS LE GOLFE DE GUINEE

Soutenue le 10-11-1976 devant la Commission d'Examen composée de

Ch. DEVILLERS

J. DAGET

Y. FRANÇOIS

R E M E R C I E M E N T S

Ces recherches ont été entreprises au cours de mon Service National, effectué dans le cadre de la coopération technique au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (Côte d'Ivoire). La Direction Générale de l'O.R.S.T.O.M. a bien voulu faciliter la préparation de cette thèse en m'autorisant à prolonger mon séjour à Abidjan et à en terminer la rédaction au Centre Océanologique de Bretagne.

Je remercie Monsieur le Professeur Ch. DEVILLERS d'avoir accepté la présidence de ce Jury de thèse.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma plus profonde gratitude à Monsieur le Professeur Y. FRANCOIS pour ses encouragements et la bienveillance avec laquelle il a guidé cette étude.

Je remercie Monsieur le Professeur J. DAGET de bien vouloir porter un jugement sur ce travail.

Je suis vivement reconnaissant à Monsieur A. FONTENEAU, chargé de recherches à l'O.R.S.T.O.M., d'avoir supervisé l'ensemble de mes recherches.

Je remercie également ceux qui ont contribué à l'achèvement de cette étude, tout particulièrement Monsieur C. CHAMPAGNAT, Directeur de l'antenne O.R.S.T.O.M. auprès du C.N.E.X.O., et Monsieur S. GARCIA, chargé de recherches à l'O.R.S.T.O.M., qui ont bien voulu relire mon manuscrit et me faire part de leurs nombreuses suggestions.

Ma reconnaissance va également à Messieurs J.C. LE GUEN et P. DELEOEN directeurs successifs du C.R.O., ainsi qu'à tous mes collègues du centre.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I/ HISTORIQUE -- SYSTEMATIQUE -- TAXONOMIE.....	3
II/ MATERIEL ET METHODE.....	8
1 - Echantillonnage.....	8
1.1 Problèmes inhérents à une telle étude	8
1.2 Nature de l'échantillon	9
2 - Prélèvement des gonades.....	10
2.1 Méthodologie d'échantillonnage	10
2.2 Problèmes d'identification	13
2.3 Mensurations	13
2.4 Indéterminés	14
Avertissement	14
III/ ETUDE DE LA MATURITE SEXUELLE.....	15
1 - Méthodes.....	15
2 - Maturation et cycle sexuel.....	18
3 - Maturité sexuelle des mâles.....	21
4 - Discussion.....	22
IV/ ZONES ET PERIODES DE PONTE.....	24
1 - Origine des captures.....	24
1.1 Détermination des zones	24
1.2 Précision des données recueillies sur les dates et lieux de pêche	24
1.3 Résultats	24
2 - Périodes de ponte.....	29
2.1 Méthodes faisant appel aux variations saisonnières de la maturité sexuelle	29
2.1.1 Exposé de ces méthodes	34
2.1.1.1 Définition d'une échelle de maturité basée sur des critères macroscopiques de description des gonades	34
2.1.1.2 Mensuration du diamètre des ovocytes	34
2.1.1.3 Echelle microscopique	35
2.1.1.4 Relation taille-poids et cycle sexuel	35
2.1.1.5 Variations saisonnières du rapport hépatosomatique	35
2.1.1.6 Variations d'épaisseur de la paroi ovarienne	35
2.1.1.7 Evolution saisonnière du rapport gonado-somatique	36
2.1.2 Détermination de la période de ponte de l'albacore dans le Golfe de Guinée par l'étude des fluctua- tions du R.G.S. des femelles	36
2.1.2.1 Définition	36
2.1.2.2 Choix d'un R.G.S. particulier : le gonad-index	36
2.1.2.3 Méthode d'étude	40
2.1.2.4 Variations saisonnières du gonad-index	40

2.1.3 Résultats obtenus par les autres méthodes	45
2.2 Méthode faisant appel à la recherche des larves	46
2.2.1 Méthode	46
2.2.2 Prises de larves d'albacore dans l'Atlantique oriental	47
2.2.3 Distribution des larves en fonction des conditions de température et de salinité	50
3 - Conclusion.....	56
V/ STRUCTURE DE L'OVAIRE - FREQUENCE DES PONTES.....	57
1 - Méthode d'étude.....	57
2 - Effets du liquide de Gilson sur la taille des ovocytes.....	59
3 - Représentativité de l'échantillon, répartition des ovocytes dans l'ovaire.....	63
3.1 Méthode	63
3.2 Résultats et discussion	63
4 - Résultats obtenus par l'étude des mensurations d'ovocytes..	67
4.1 Mode de présentation des résultats	67
4.2 Distribution de fréquence des ovocytes dans l'ovaire et stade sexuel	67
4.3 Pontes multiples	67
4.4 Taille des oeufs	70
4.5 Evolution du diamètre modal du lot d'ovocytes le plus avancé en fonction du R.G.S.	71
VI/ FECONDITE.....	73
1 - Définition.....	73
2 - Méthode d'étude.....	74
3 - Répartition numérique des ovocytes dans les différentes zones de l'ovaire	74
4 - Résultats.....	75
4.1 Nombre d'oeufs émis	75
4.2 Evolution de la fécondité avec l'âge	75
4.3 Relation fécondité-poids des gonades, fécondité - gonad-index	77
5 - Illustration de l'étude de la structure des ovaires et de l'étude de la fécondité.....	77
6 - Incorporation des calculs de fécondité dans un modèle de simulation de la pêche.....	80
6.1 Principe et but	80
6.2 Méthode	80
6.2.1 Calcul des indices de fécondité	80
6.2.2 Simulation de 1955 à 1975	84
6.3 Interprétation des résultats	84
VII/ ETUDE HISTOLOGIQUE.....	87
1 - Intérêt et but.....	87
1.1 Pour les femelles	87
1.2 Pour les mâles	88
2 - Méthode.....	88
3 - Résultats.....	89
3.1 Evolution de l'organisation générale des ovaires	90
3.2 Maturation des ovocytes	95
3.3 Maturation des testicules	100

VIII/ TAILLE A LA PREMIERE MATURETE.....	107
1 - Essai de définition de la notion de taille à la première maturité.....	107
1.1 Détermination de la maturité sexuelle.....	107
1.2 Proportion d'individus matures caractérisant la taille à la première maturité.....	108
1.3 Nature du sexe pour lequel a été définie la taille à la première maturité.....	109
2 - Estimation de la taille à la première maturité de l'albacore du Golfe de Guinée.....	109
IX/ SEX-RATIO.....	112
1 - Proportion des sexes.....	112
2 - Variations saisonnières dans la proportion des sexes.....	114
3 - Répartition des sexes en fonction de la taille.....	114
4 - Interprétation et discussion des résultats.....	114
4.1 Sex-ratio toutes classes de tailles confondues.....	119
4.2 Variations saisonnières.....	119
4.3 Variations avec la taille.....	120
4.4 Discussion et hypothèses.....	120
5 - Conclusion.....	124
6 - Application pratique de ces résultats : relation taille- âge, courbe de croissance.....	125
CONCLUSION.....	133
BIBLIOGRAPHIE.....	136
ANNEXES	

I N T R O D U C T I O N

Plus de 100 000 tonnes d'albacore (Thunnus albacares) sont actuellement pêchées chaque année dans l'océan Atlantique. L'albacore est ainsi l'espèce de thon la plus importante aussi bien en poids qu'en valeur. La France en est le premier pays pêcheur et Abidjan, le premier port de débarquement (transbordements compris) avec environ 50% du total en poids des mises à terre.

Les principales flottilles pêchant l'albacore, franco-ivoiro-sénégalaise (F.I.S.), américaine et espagnole constituent des investissements récents importants et doivent être justifiés par une bonne rentabilité.

L'albacore de l'Atlantique est également exploité par les palangriers asiatiques (Taïwan, Corée) et les canneurs J.A.G. (Japon, Amérique, Ghana).

L'essor économique de cette pêcherie depuis 1954, date de son début, a en quelque sorte entraîné l'intérêt des chercheurs. Des organisations internationales très actives telles que l' I.C.C.A.T. et l' I.A.T.C.C. (1), des réunions scientifiques mondiales (au sein de la F.A.O.)(2) témoignent de l'intérêt économique et scientifique porté au thon. Cependant, et l'on pourrait dire en conséquence, les recherches sont essentiellement orientées vers les migrations, la biométrie, les statistiques et la dynamique des populations dans l'optique d'une exploitation rationnelle des stocks. De ce fait, de nombreux points de la biologie de l'albacore de l'océan Atlantique restent obscurs, notamment en ce qui concerne la reproduction.

(1) I.C.C.A.T. : International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas.

I.A.T.T.C. : Inter-American Tropical Tuna Commission.

(2) F.A.O. : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

D'une manière générale, toute étude de dynamique nécessite le recueil d'un maximum d'informations sur la biologie de l'espèce. Le but de cette étude sera donc de mieux connaître les phénomènes biologiques de la reproduction afin d'obtenir des estimations de paramètres tels que la taille à la première maturité, le sex-ratio en fonction de la taille, la fécondité etc ..., qui pourront être intégrés dans les modèles mathématiques.

De plus, les travaux de dynamique ont porté, d'une part, sur les effets de l'effort de pêche sur l'abondance et d'autre part, sur les problèmes de taille pour l'exploitation rationnelle des stocks ; mais la relation liant le stock au recrutement demeure le problème majeur sur lequel achoppent la plupart des modèles de dynamique.

Or il s'avère que les désastres (anéantissement d'un stock) arrivent justement par suite d'une défaillance du recrutement liée partiellement au trop bas niveau de fécondité du stock, ainsi qu'en témoignent les cas de la sardinelle de Californie, de l'anchois du Pérou (1972) et plus récemment encore de la sardinelle du Ghana. Il semble donc indispensable de pouvoir surveiller l'évolution de la fécondité d'un stock.

L' O.R.S.T.O.M. (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), grâce à son implantation géographique privilégiée sur la côte d'Afrique, a suivi la pêcherie de l'albacore depuis son origine, notamment dans les centres de Dakar, Abidjan et Pointe-Noire qui sont (ou ont été) les principaux ports de débarquement de la pêche thonière tropicale. C'est au sein de cet organisme, en tant que Volontaire pour le Service National au centre de recherches océanographiques d' Abidjan que nous avons réalisé cette étude qui s'insère dans le programme d'étude des conditions d'exploitation rationnelle des thonidés de l'Atlantique.

I. HISTORIQUE - SYSTEMATIQUE - TAXONOMIE

Nous n'exposerons pas en détail l'historique de l'évolution de la classification des poissons scombriformes, détaillée par POSTEL (1955) puis par ROSSIGNOL (1968), mais nous préciserons les principales étapes de cette évolution.

GIBBS et COLLETTE (1967) ont défini et décrit les caractères anatomiques et biométriques spécifiques de l'albacore.

D'après LE DANOIS (1954), il semble que ce soit H. SLOANE qui en 1707 en fit la première description. En 1788, l'abbé BONNATERRE place l'albacore décrit par SLOANE dans le genre Scomber et appliquant la nomenclature binomiale linnéenne, le nomme Scomber albacores. Il marque ainsi le début d'une longue polémique sur la nomenclature des scombriformes en général et des thons à nageoires jaunes en particulier, polémique qui a eu pour effet l'attribution de noms très nombreux dont l'importante liste chronologique ci-dessous (d'après LE DANOIS 1954 et GIBBS et COLETTE 1967) montre l'extrême variété :

- 1707 Albacore sive Thynnus SLOANE
- 1788 Scomber albacores BONNATERRE
- 1800 Scomber albacorus LACEPEDE
- 1831 Thynnus argentivittatus CUVIER et VALENCIENNES
- 1831 Scomber Sloanei CUVIER et VALENCIENNES
- 1839 Thynnus albacora LOWE
- 1844 Thynnus macropterus TEMMINCK et SCHLEGEL
- 1845 Thunnus argentivittatus SOUTH
- 1875 Orcynus subulatus POEY
- 1875 Orcynus albacora POEY
- 1897 Orcynus macropterus KITAHARA
- 1915 Thunnus macropterus JORDAN et al.
- 1920 Thunnus allisoni MOWBRAY

- 1922 Germo argentivittatus NICHOLS et MURPHY
1923 Germo allisoni NICHOLS
1923 Neothunnus macropterus KISHINOUE
1926 Thunnus subulatus JORDAN et EVERMANN
1926 Neothunnus catalinae JORDAN et EVERMANN
1926 Neothunnus albacora JORDAN et EVERMANN
1926 Neothunnus itosibi JORDAN et EVERMANN
1926 Neothunnus albacores JORDAN et EVERMANN
1926 Neothunnus allisoni JORDAN et EVERMANN
1926 Kishinoella zacalles JORDAN et EVERMANN
1929 Thunnus albacora SELLA
1933 Sema thunnus guildi FOWLER
1933 Sema thunnus itosibi FOWLER
1936 Neothunnus argentivittatus BEEBE et TEE-WAN
1936 Germo albacora FOWLER
1936 Thunnus nicolsoni WHITLEY
1949 Germo itosibi SMITH
1949 Neothunnus albacora longipinna BELLON et BARDAN DE BELLON
1949 Neothunnus macropterus macropterus BELLON et BARDAN DE BELLON
1949 Neothunnus macropterus itosibi BELLON et BARDAN DE BELLON
1950 Neothunnus brevipinna POSTEL
1950 Thunnus zacalles FRASER-BRUNNER
1953 Thunnus albacares GINSBURG
1953 Thunnus catalinae GINSBURG
1954 Neothunnus albacares MATHER
1954 Thunnus albacores LE DANOIS
1960 Neothunnus albacora macropterus SCHULTZ
1963 Thunnus albacares macropterus JONES et SILAS
1963 Thunnus itosibi JONES et SILAS

En fait, cette extrême variété dans la synonymie peut être principalement attribuée à deux types de causes différentes :

1 - Tout d'abord aux nombreux bouleversements et éclatements survenus dans la classification des poissons scombriformes. C'est ainsi que CUVIER (1829) divise en huit le genre Scomber dans lequel LINNE (1758) avait rassemblé la totalité des poissons scombriformes.

La famille des Scombridae créée par GUNTHER (1860) définie par REGAN (1909) est scindée par KISHINOUE (1923) en quatre familles dont deux : les Thunnidae et les Katsuwonidae, forment un nouvel ordre les Plecostei. Se basant sur l'anatomie interne et plus précisément sur le système circulatoire, il distingue dans la famille des Thunnidae trois genres : Thunnus SOUTH (1845), Parathunnus KISHINOUE (1923) et Neothunnus KISHINOUE (1923).

Les conclusions et la classification de KISHINOUE furent très controversées et, si elles furent à l'époque acceptées par de nombreux auteurs, elles ne le furent ni par SMITH (1950) qui rassemble les poissons scombri-formes en deux familles (Scombridae et Scomberomoridae) ni par FRASER-BRUNNER (1950) qui reconstitue la famille unique des Scombridae de REGAN, se refusant à reconnaître le nouvel ordre des Plecostei.

FRASER-BRUNNER reconnaît deux sous-familles, les Gasterochismatinae ne comprenant qu'un seul genre : Gasterochisma, et les Scombrinae comprenant douze genres dont Thunnus SOUTH (1845). Les caractères différentiels retenus au niveau de la famille par KISHINOUE ne l'étant qu'au niveau du genre par FRASER-BRUNNER.

2 - A l'importance de l'aire de répartition de l'espèce et à son polymorphisme. GIBBS et COLLETTE (1967) précisent que plus de noms ont été proposés pour de supposées populations différentes et variantes individuelles de T. albacares que pour toutes les autres espèces du genre. Le record en la matière étant détenu par JORDAN et EVERMANN qui reconnaissent, d'après la longueur des nageoires dorsales (la deuxième) et anales, sept espèces différentes dont les noms figurent dans la liste chronologique citée plus haut.

Selon LE DANOIS, beaucoup d'ichtyologistes reconnaissent trois espèces principales qui sont : T. albacores, T. argentivittatus, T. macropterus. FRADE (1931) distingue nettement T. albacores et T. macropterus par la position de l'origine de l'artère sous-cutanée qui prend naissance au niveau de la huitième vertèbre et non de la neuvième, par la disposition des ramifications sanguines et la forme de la vessie natatoire. Cependant, ces caractères ne paraissent pas justifier la création d'une espèce. En ce qui concerne T. argentivittatus, il ne semble pas que l'on ait relevé de particularités anatomiques qui puissent le différencier de l'albacore.

Ainsi le genre Thunnus SOUTH comprend donc d'après FRASER-BRUNNER quatre sous-genres : T. (Thunnus), T. (Parathunnus), T. (Neothunnus) et T. (Kishinoella). Certains auteurs (ROSSIGNOL, 1968) n'en reconnaissent que trois (ils suppriment le dernier). Le troisième sous-genre étant représenté par une seule espèce : Thunnus (Neothunnus) albacares (BONNATERRE, 1788) qui après la surrection de l'isthme de Panama aurait évolué et donné deux sous-espèces :

- . une atlantique : Thunnus (N.) albacores albacores (BONNATERRE),
- . une pacifique : Thunnus (N.) albacores macropterus (TEMMINCK et SCHLEGEL),

que KISHINOUE (1923), JORDAN et HUBBS (1925), FRADE (1931), SCHAEFFER et WALFORD (1950), POSTEL (1954), BELLON (1954) considéraient comme deux espèces : Neothunnus albacora (LOWE, 1839) pour l'océan Atlantique, Neothunnus macropterus (TEMMINCK et SCHLEGEL, 1844) pour l'océan Pacifique.

Actuellement l'albacore de l'océan Atlantique et celui de l'océan Pacifique sont considérés par la majorité des auteurs comme appartenant à une seule espèce. Il faut cependant leur reconnaître une originalité propre basée sur quelques différences anatomiques, écologiques et biologiques.

ROYCE (1965), dans une étude de la morphométrie de l'albacore a montré qu'il s'agissait d'une seule espèce "pantropicale" présentant des variations locales. Il a trouvé que les différences entre les spécimens provenant de l'océan Atlantique de l'est et l'océan Pacifique de l'est étaient moindres que celles existant entre les spécimens de l'océan Pacifique de l'est et ceux provenant des Iles Carolines.

En découvrant, en 1707, le thon à nageoires jaunes et en le baptisant albacora, SLOANE allait être à l'origine d'une confusion qui persiste de nos jours. Albacora est, en effet, le nom utilisé depuis des siècles par les espagnols et les portugais pour désigner le germon (Thunnus alalunga) que les anglo-saxons nomment également albacore.

Il nous paraît donc utile de préciser dans le tableau suivant les noms actuellement employés pour les deux espèces dans chaque langue au sein des réunions de l' I.C.C.A.T..

Noms latins	Français	Anglais	Espagnols
Thunnus albacares (Atlantique)	albacore =	yellowfin tuna	rabil =
Thunnus macropterus (Pacifique)	thon à nageoires jaunes		atunus aleta amarilla
Thunnus alalunga	germon = thon blanc	albacore	albacora = atun blanco

Il faut remarquer que des risques de confusion existent également avec d'autres langues, ainsi on peut trouver dans des articles brésiliens le Thunnus atlanticus (LESSON) = thon à nageoires noires (blackfin tuna) sous le nom d'albacora. Là encore la confusion est facile. On notera également que les auteurs américains (Amérique du Nord et du Sud) ont adopté la terminologie Thunnus albacares (et non albacores) qui à l'heure actuelle est celle utilisée au sein des commissions internationales et que nous emploierons.

II. MATERIEL ET METHODES DE PRELEVEMENT

II.1 ECHANTILLONNAGE

II.1.1 Problèmes inhérents à une telle étude

POSTEL en 1955 soulignait les problèmes pratiques que peut poser l'étude de la biologie des thons. L'extension et l'industrialisation de la pêche n'ont fait qu'augmenter ces difficultés.

Pour des raisons pratiques et économiques, il n'est pas envisageable de consacrer des campagnes océanographiques à la recherche et à la capture de poissons d'une espèce dont la rencontre reste aléatoire et la pêche difficile. Ces campagnes n'apporteraient en outre que des informations limitées et fragmentaires, alors que la connaissance des zones et périodes de ponte en particulier demande un apport continu de renseignements sur une longue période couvrant si possible plusieurs saisons de ponte.

L'embarquement régulier et répété d'un chercheur et le traitement par celui-ci d'échantillons pêchés à bord des senneurs modernes semble difficilement concevable.

Les canneurs, très peu nombreux, ne pêchent que de jeunes individus qui ne présentent que peu d'intérêt pour une étude sur la fécondité.

Les palangriers asiatiques pêchent surtout de gros poissons, un échantillonnage effectué à leur bord serait donc incomplet ; de plus, les poissons sitôt pêchés sont éviscérés. Les parties réservées à l'habitation sont, sur ces petits bateaux, très restreintes, le plus grand volume possible étant utilisé pour le stockage du poisson. Il semble donc difficile d'effectuer les prélèvements et mesures sur de tels bateaux.

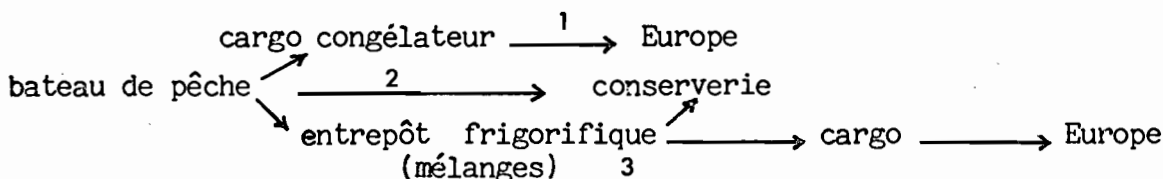
Il reste donc la possibilité d'examiner les poissons au port à leur arrivée à la conserverie. Pour bien faire comprendre les problèmes qui peuvent

survenir au cours de l'échantillonnage, il semble utile de décrire très rapidement les différentes voies de débarquement des thons à Abidjan.

Il existe trois acheminements possibles pour le thon arrivant congelé à Abidjan :

- il n'est pas débarqué, mais transbordé sur un cargo congélateur,
- il est directement débarqué à la conserverie,
- il est stocké en entrepôts frigorifiques pendant un temps plus ou moins long, puis embarqué (toujours congelé) sur un cargo ou bien envoyé à la conserverie pour traitement.

Ces trois possibilités peuvent être schématisées de la façon suivante :



Lorsqu'il emprunte la voie n°1, le thon, congelé et hors de portée, ne peut être manipulé. Le problème est semblable lorsqu'il prend la voie n°3 et cela même dans le cas où il passe à la conserverie, car lors de son séjour dans les entrepôts frigorifiques, il a été mélangé avec des poissons d'origines différentes. Il est alors impossible de connaître avec suffisamment de précision le secteur et la date de pêche de l'échantillon ce qui le rend inutilisable. Donc, seule la voie n°2 qui ne représente qu'une petite partie des débarquements, est intéressante pour notre étude. Elle permet, après accord avec la direction de la conserverie de manipuler et d'ouvrir des thons lors de leur décongélation avant traitement. Cependant le fait d'être limité à cette unique possibilité peut également poser des problèmes lorsque l'usine ferme (vacances, réfection ...) ou lorsque les débarquements sont uniquement dirigés vers les entrepôts frigorifiques.

II.1.2 Nature de l'échantillon.

L'albacore débarqué à la S.C.O.D.I. (Société des Conserve de Côte d'Ivoire) provient essentiellement de la pêche des senneurs de la flottille franco-ivoiro-sénégalaise (F.I.S.). Cette pêche de surface pratiquée dans l'Atlantique de l'est, porte sur des poissons de toutes les tailles, comme on peut le constater dans les distributions de fréquence des débarquements

(fig. 1), alors que la pêche palangrière porte surtout sur les gros individus et couvre tout l'Atlantique. On constate que les tailles moyennes et grandes sont les plus représentées dans notre échantillon (fig; 2). Les poissons de très petite taille (inférieurs à 2 kg) dont la pêche est réglementée y sont quasiment absents. D'une manière générale les petits individus (immatures) ont été sous-échantillonnés, car d'un intérêt moindre pour une étude sur la reproduction.

II.2 PRELEVEMENT DES GONADES

II.2.1 Méthodologie d'échantillonnage.

Un accord passé avec la S.C.O.D.I. permet d'effectuer les opérations suivantes :

1) - Détermination auprès des responsables de la S.C.O.D.I. du bateau de provenance. Grâce à ce renseignement et aux enquêtes effectuées par le C.R.O. d'Abidjan à bord des thoniers, il est possible par la suite de déterminer avec suffisamment de précision les dates et zones de pêche.

2) - Choix d'un échantillon de 20 à 40 albacores, en général, une portion entière et facilement accessible du tas de poissons.

3) - Prise des mensurations de chaque individu au pied à coulisse.

4) - Incision abdominale, recherche et examen des gonades, permettant de noter le sexe, car aucun dimorphisme sexuel externe suffisamment net n'a été décelé.

5) - Prélèvement des ovaires qui sont aussitôt placés dans des sachets de plastique portant un numéro d'ordre afin d'éviter toute confusion et tout mélange. Cette étude portant essentiellement sur les femelles, les variations du rapport gonado-somatique des mâles ne sont pas étudiées et les testicules ne sont prélevés qu'occasionnellement pour l'étude histologique.

6) - Rapportées au laboratoire, les gonades sont pesées au gramme près, examinées et décrites selon les critères classiques : vascularisation,

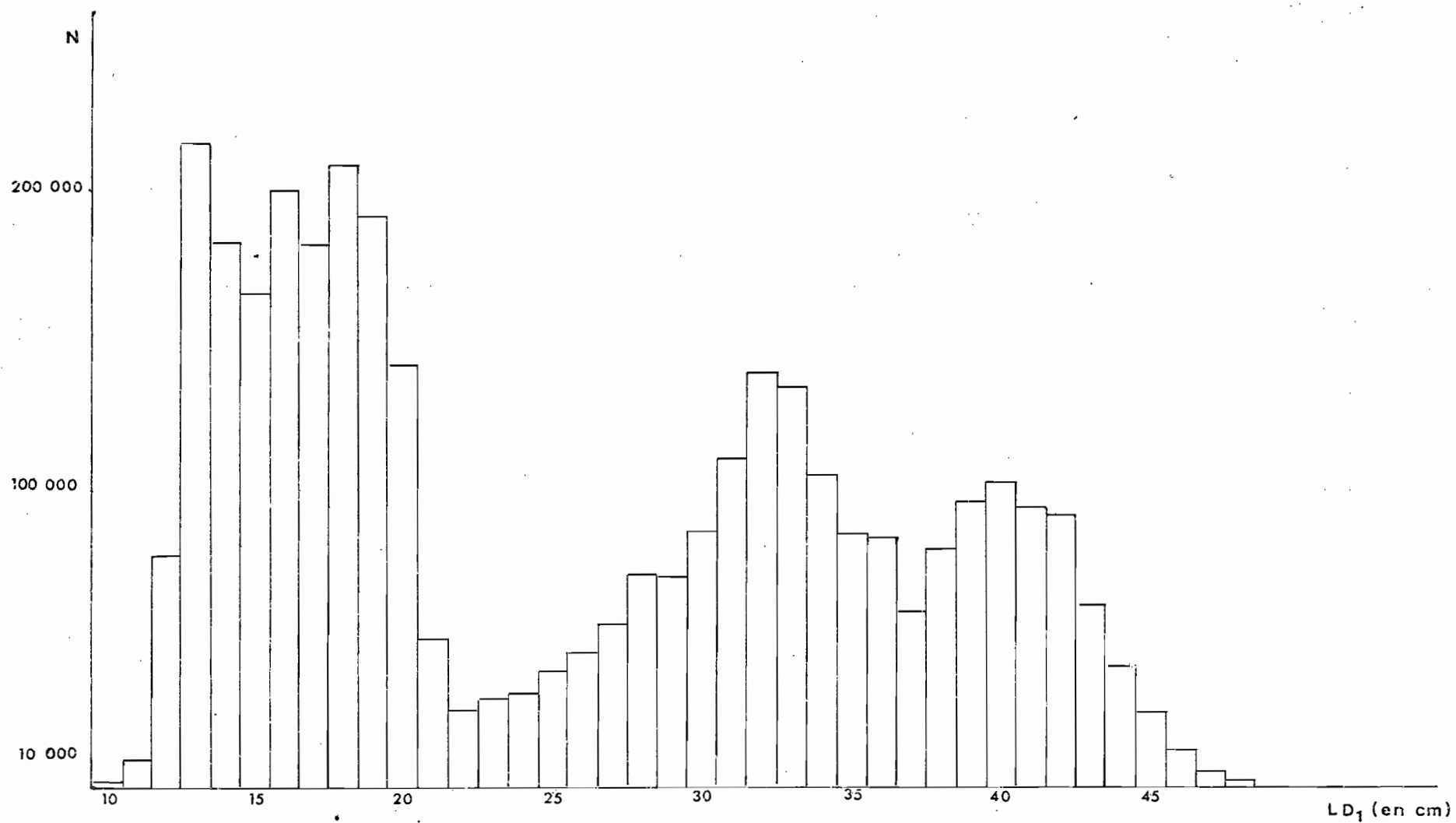


Figure 1 : Distribution de fréquence des longueurs prédorsales (LD_1) dans les captures des senneurs
1974 + 1975

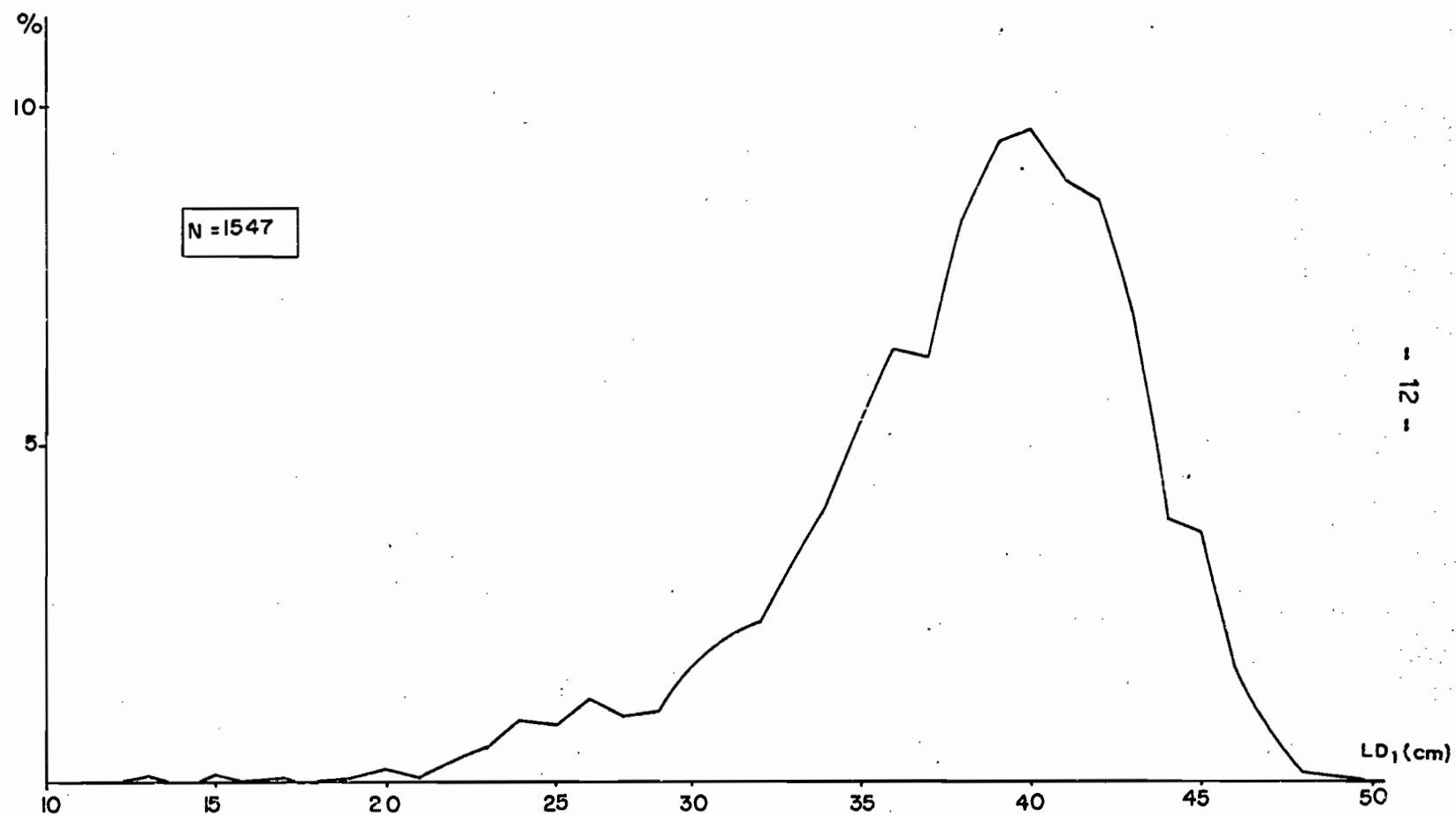


Fig 2 : Distribution de fréquence des albacores échantillonnés (longueur prédorsale)

superficielle, coloration, transparence de la paroi ovarienne, consistance ...

7) - Deux types de prélèvements sont alors effectués pour chaque ovaire :

- . un échantillon de 0,5 g pour comptage et mensuration des ovocytes est mis immédiatement dans le liquide de Gilson (SIMPSON, 1951),
- . un ou plusieurs échantillons (correspondants à diverses zones de l'ovaire) destinés à l'étude histologique sont placés dans le liquide de Bouin.

II.2.2 Problèmes d'identification.

Quelques patudos (Thunnus obesus) étant régulièrement capturés en même temps que les albacores, il est fréquent de trouver quelques individus parmi ces derniers. Si leur détermination ne pose aucun problème à un oeil quelque peu expérimenté en ce qui concerne des individus adultes de grande taille (obésité du patudo, grand diamètre de l'oeil), il n'en est pas de même pour les jeunes individus pour lesquels la confusion est possible et pour lesquels il convient d'être particulièrement vigilant. Dans les cas litigieux que la morphologie ne permet pas de distinguer, il convient de rechercher le parasite nasal (Caballerocotyla klawei) (FONTENEAU, 1975) spécifique à l'albacore ou bien d'examiner le foie qui est strié chez le thon obèse alors qu'il est lisse chez l'albacore. Il faut remarquer également que les petits albacores sont souvent mélangés (et confondus) avec des listaos (Katsuwonus pelamis) dans les débarquements.

II.2.3 Mensurations.

Les gros albacores atteignent des tailles de 180 cm (longueur à la fourche) et plus et pèsent parfois plus de 100 kg, leur maniement n'est donc pas aisé. Aussi est-il plus facile de mesurer la longueur prédorsale (LD1), distance de l'extrémité du museau à la racine du premier rayon de la première dorsale. CAVERIVIERE (1975) a montré la très bonne concordance entre ces deux mesures. La longueur prédorsale a donc été prise dans tous les cas au demi-centimètre près grâce à un pied à coulisse de grande taille spécialement fabriqué pour cet usage.

II.2.4 Indéterminés.

Lors de cette étude, 1547 albacores ont ainsi été mesurés, 1534 ont été examinés afin de déterminer le sexe. Tous les individus dont le sexe, pour une raison ou une autre (très jeunes immatures, poisson congelé dont l'ouverture n'a pas été possible ...) n'a pas été reconnu, ont été classés comme indéterminés.

Avertissement.

Nous avons préféré indiquer en tête de chaque chapitre la méthode d'étude détaillée ainsi qu'une rapide étude bibliographique de chaque question, plutôt que d'en donner dès à présent une liste longue et sans doute confuse par manque d'application immédiate.

III. ETUDE DE LA MATURITE SEXUELLE

Les échelles de maturité basées sur l'observation des gonades ont été depuis de nombreuses années, largement utilisées comme moyen de suivre l'évolution sexuelle des poissons :

- HJORT 1910 : échelle internationale recommandée par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer, hareng (Clupea harengus L.)
- JOHANNSEN 1919 : hareng
- WOOD 1930 : hareng
- LOVERN et WOOD 1937 : formulation plus précise de l'échelle internationale de HJORT
- MATSUI 1942 : listao (Katsuwonus pelamis)
- MARR 1948 : listao et albacore (Neothunnus macropterus)
- WADE 1950 : (d'après les critères de MARR) : listao
- SCHAEFER et ORANGE 1956 : albacore et listao
- ORANGE 1961 : albacore et listao
- FONTANA 1969 : sardinelles (Sardinella eba (Val) et Sardinella aurita (C et V))
- FONTANA et LE GUEN 1969 : "bossus" (Pseudolithus fonticulus elongatus)
- SIMMONS 1969 : listao
- BAGLIN 1975 : thon rouge (Thunnus thynnus)
- STEQUERT 1975 : listao

III.1 METHODES

Les critères généralement retenus pour distinguer les différents stades de maturité des ovaires sont les suivants :

- coloration
- consistance
- importance de la vascularisation superficielle

- épaisseur et transparence de la paroi ovarienne (possibilité d'observer les "oeufs" au travers de cette paroi)
- forme
- volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale.

Il nous a paru préférable de ne pas créer de nouvelle échelle de maturité afin de ne pas multiplier le nombre. En effet, l'intérêt de la création d'une série de critères macroscopiques permettant, par l'observation des gonades, la détermination rapide sur le terrain du stade sexuel, se trouve accru si les résultats obtenus peuvent être directement comparés avec ceux obtenus en d'autres régions du globe pour des poissons dont la maturité a été classée selon la même échelle. Les correspondances entre les diverses échelles utilisées n'étant pas toujours faciles à établir, ni très satisfaisantes, nous avons pris pour modèle l'échelle utilisée par ORANGE (1961) (SCHAEFER et ORANGE, 1956 modifiée) en lui apportant quelques légères modifications afin de mieux l'adapter à notre étude.

L'évolution des gonades vers la maturité se fait progressivement et la détermination arbitraire du stade de maturité correspond plus à un besoin de classification de la part de l'observateur qu'à une réalité biologique.

Il nous a donc semblé hasardeux de vouloir établir une échelle de maturité a priori. Nous avons préféré effectuer, pendant une période d'un an environ, une description des ovaires selon un code précis et détaillé (tab.I = code utilisé, coloration, vascularisation, consistance ...). L'analyse des fréquences statistiques des combinaisons obtenues, en relation avec les valeurs des rapports gonado-somatiques individuels, et pour les cas litigieux, avec l'étude de la structure histologique de l'ovaire, nous a conduit à la classification de chacun des ovaires échantillonnés dans un des stades sexuels de l'échelle suivante :

- I₁ = immature sexe indéterminé
- I₂ = immature sexe déterminé
- II = début de maturation
- III = en maturation
- IV₁ = en maturation avancée - pré ponte

CODIFICATION DES CRITERES UTILISES POUR LA DESCRIPTION DES GONADES

I - COLORATION.

Blanche	B ₁
Blanchâtre (gris-blanc)	B ₂
Rose pâle	r ₁
Rosée	r ₂
Rougeâtre (rouge peu prononcé) ...	R ₁
Rouge	R ₂
Rouge vineux	R ₂ ^V
Violacé	V
Brune	B
Jaunâtre	J
Jaune-orangé	JO

II - CONSISTANCE.

Turgide	T
Ferme	f
Souple mais ferme	N
Molle	M
Flasque	F

III - VASCULARISATION.

Pas ou très peu vascularisée	0
Vascularisation peu marquée	1
Moyennement vascularisée	2
Bien vascularisée	3
Vascularisation très abondante ...	4

IV - VISIBILITE DES OVOCYTES.

Ovocytes visibles à travers la membrane	+
Ovocytes non visibles à travers la membrane	-

TABLEAU I

- IV₂ = ponte
V = post-ponte
VI = repos sexuel saisonnier.

III.2 MATURATION ET CYCLE SEXUEL

Stade I₁ : (stade Is de SCHAEFER et ORANGE, 1956)

La gonade se présente sous la forme d'un très mince cordon (de un à quelques millimètres de large) blanchâtre à blanc rosé, collé au plafond de la cavité abdominale.

Stade I₂ : A ce stade, les ovaires blanc-rosés, toujours immatures, se sont quelque peu allongés et élargis. Ils sont reconnaissables à l'oeil nu. En cas d'hésitation, la forme de la section, ronde ou ovale chez la femelle, triangulaire ou en croissant chez le mâle, renseigne sur le sexe de l'individu.

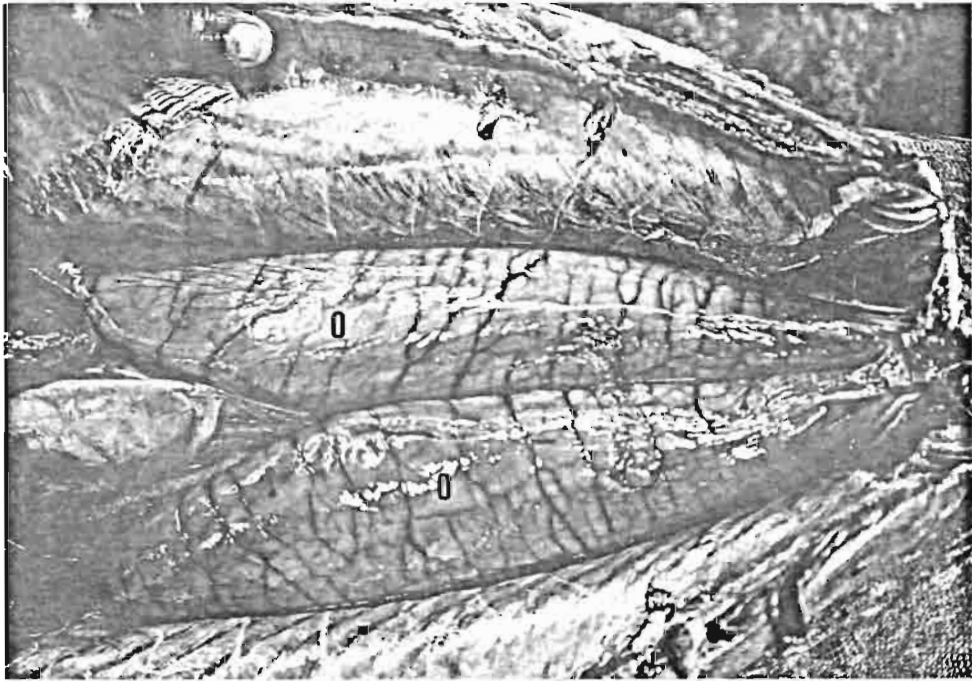
A ces deux stades, quelque soit le sexe, les gonades sont fermes et la vascularisation superficielle n'est pas apparente.

Stade II : L'albacore femelle adulte (cf. Taille à la première maturité) au sortir de la saison de repos sexuel (cf. Zones et périodes de ponte) entame sa maturation sexuelle. L'ovaire augmente en taille (20 ou 30 cm de long, un à quelques centimètres de large et d'épaisseur) et en poids. Le rapport gonado-somatique augmente, la couleur de la gonade varie à ce stade du rose saumon au jaune pâle (certaines ont une teinte rose vineux), la vascularisation se développe légèrement et la consistance varie de molle à souple mais ferme.

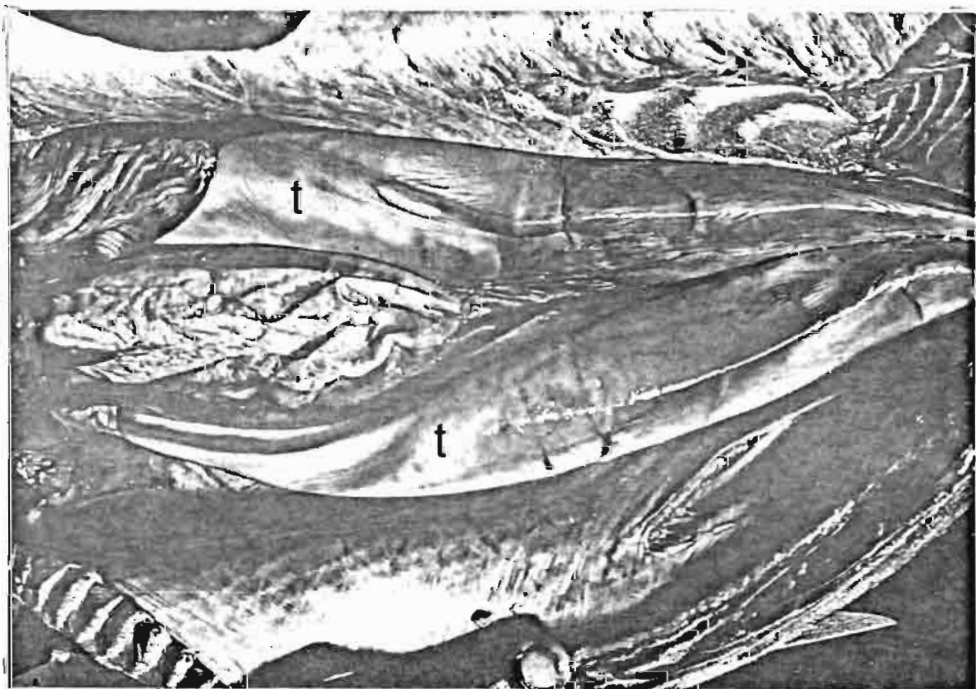
Stade III : L'ovaire continue à croître et occupe maintenant une partie importante de la cavité abdominale, de un à deux tiers de celle-ci, la vascularisation de surface a continué à se développer, la coloration varie de jaune-orangé clair à jaune orangé, l'ovaire est mou. Le rapport gonado-somatique augmente. A la fin de ce stade, les ovocytes, bien qu'encore très petits, sont visibles lorsqu'on incise l'ovaire.

Stade IV₁ : Les ovaires occupent maintenant la quasi-totalité de l'espace libre dans la cavité abdominale (photo a planche I), ils sont riche-

PLANCHE I



o = ovaire



t = testicule

ment vascularisés, un système très développé d'artères et de veines sillonne leur surface. Leur couleur varie du jaune-orangé vif à l'orangé-rouge. Ils deviennent moins mous, leur surface qui est souple, reprend sa forme quand on enfonce le doigt. Les ovocytes, visibles à travers la membrane ovarienne, sont gros et se séparent facilement. Ce stade précède de peu la ponte qui en est en fait l'aboutissement.

Stade IV₂ : Si l'on en croit le faible nombre d'observations effectuées aussi bien par d'autres auteurs que par nous-mêmes dans l'océan Atlantique comme dans l'océan Pacifique, ce stade doit être très fugace. Ses caractéristiques sont, en gros, les mêmes qu'en IV₁. La gonade est cependant plus turgide, les oeufs, bien visibles à travers la paroi, sont gros, hyalins et se détachent aisément. Notons qu'à ce stade, une pression sur l'ovaire et sur l'abdomen lorsque la ponte est imminente fait sortir les oeufs.

Stade V : Après la ponte, l'ovaire (de jaune-orangé après la première ponte à rouge-vineux après les suivantes) est mou ou même flasque. Il semblerait que ces modifications s'accroissent avec le nombre de pontes effectuées dans une même saison.

Pendant une saison de ponte, s'instaure un cycle qui va se répéter un certain nombre de fois. Après sa maturation normale du stade I au stade V, l'ovaire revient à la fin du stade III (ou au début du stade IV) et cela un certain nombre de fois au cours de la saison de ponte. L'existence de ce cycle rend la classification dans un stade précis de l'échelle de maturation plus malaisée au fur et à mesure que la saison s'avance ; les variations de couleur, de vascularisation et de consistance ayant tendance, à s'intensifier avec le nombre des pontes. Ainsi, par exemple, un ovaire après sa seconde ponte de la saison entame la maturation d'un troisième lot d'ovocytes ; cet ovaire qui est en fin de stade III sera certainement encore rouge vineux et non pas jaune-orangé, couleur caractéristique du stade III et du début de stade IV.

C'est ainsi que certains auteurs, dont ORANGE 1961, ont divisé le stade post-ponte en deux sous-stades :

- . "recently spawned"
- . "post spawned" ou "recovering spent"

Si l'on reprend l'exemple précédent, le "recently spawned" est facilement décelable par son aspect (violacé, hyper-vascularisé, très flasque, présence d'oeufs rémanents), mais le "recovering spent" se confond avec les stades III et IV, d'autant plus que les rapports gonado-somatiques sont alors souvent voisins.

Stade VI : Après la dernière ponte de la saison, l'ovaire entre en période de repos sexuel. Son volume, son poids et le rapport gonado-somatique diminuent considérablement (ainsi le poids moyen mensuel des gonades passe de plus de 1 kg en période de reproduction, à 300 g en période de repos sexuel) ; il devient selon le cas, de rose-saumon et rose-vineux à jaune-orangé pâle le plus souvent (c'est à dire qu'il reprend un aspect voisin d'un stade II), il est de consistance molle à flasque, mais dans d'autres cas, il peut rester avec l'aspect (sinon la taille et le rapport gonado-somatique) d'un post-ponte, à savoir rouge-vineux.

Il convient de remarquer que peu d'auteurs ont pris ce stade en considération. L'explication réside dans le fait que beaucoup d'échelles de maturation sont basées sur l'étude du listao (ORANGE 1961, STEQUERT 1975 ...) qui, dans de nombreuses régions, a une ponte continue tout au long de l'année.

III.3 MATURITE SEXUELLE DES MALES

Plusieurs auteurs dont POSTEL (1955) signalent que les mâles arrivent, sans doute, à maturité avant les femelles.

Nos propres observations semblent confirmer ce point. Nous signalons (cf. chapitre Histologie) les difficultés d'élaboration et d'application d'une échelle de maturité pour les mâles. On peut cependant déceler facilement, à l'autopsie, les individus au stade IV₁ et IV₂ (photo b planche I) (maturité avancée et ponte). Le testicule est alors énorme et blanc, et surtout le sperme coule à la moindre pression sur le testicule ou même sur l'abdomen.

Au cours des trois saisons de ponte étudiées, des mâles à ce stade de maturité avancé ont été observés dès le début du mois de novembre, ce qui,

nous le verrons au chapitre IV, les place légèrement en avance par rapport aux femelles. Ceci demande à être confirmé par l'étude de l'évolution annuelle du rapport gonado-somatique des mâles.

III.4 DISCUSSION

Les avantages et l'utilité d'une échelle de maturation sont évidents, il s'agit en fait d'un bon "outil de terrain" pour le biologiste qui a à sa disposition un moyen rapide de situer l'individu étudié, à un moment précis de l'évolution sexuelle. Cette échelle de maturation semble, en outre, d'après plusieurs auteurs (ORANGE et SCHAEFER 1956, ORANGE 1961) et d'après quelques observations que nous avons pu faire, applicable à plusieurs espèces voisines de l'albacore : listao, patudo ... Cependant cette méthode d'étude manque de précision, elle peut s'avérer insuffisante et même être à l'origine de graves erreurs.

L'échelle de maturation, pour être utilisable, doit être simple, c'est à dire comporter peu de stades, ceux-ci doivent être aussi distincts les uns des autres que le permet un phénomène aussi progressif et continu qu'est la maturation sexuelle. En réduisant le nombre de stades, on risque cependant de diminuer la précision de la méthode. Pour s'en persuader, il suffit de constater l'ampleur du stade III qui couvre à lui seul une partie importante du processus de maturation sexuelle.

A certaines périodes du cycle sexuel et du fait de la multiplicité des pontes pour un même individu, il est parfois difficile de déterminer avec précision le stade sexuel par la seule utilisation de l'échelle de maturation basée sur les critères macroscopiques. Les risques d'erreurs sont alors très nombreux. Il apparaît donc nécessaire de ne pas employer cette seule méthode qui, bien que souple et rapide, doit être étayée par des méthodes plus "fines", telles que mensurations d'ovocytes, calcul du rapport gonado-somatique, étude de la structure histologique de l'ovaire ...

WADE (1950), selon les critères décrits par MARR (1948), a étudié le développement des gonades chez l'albacore des Philippines (Neothunnus macropterus) et les a classées selon une échelle de maturation dont les stades étaient les suivants : immature, ripening, ripe, spawning, spent. La compa-

raison de ses données avec celles publiées ultérieurement et avec les nôtres, autorise à penser que son échantillon était tronqué et portait essentiellement sur des petits individus dont beaucoup n'avaient pas atteint la maturité sexuelle. WADE a adapté et appliqué une échelle de maturation entière, toute faite, à un échantillon ne présentant, en fait, que des individus immatures ou en début de maturation.

C'est ainsi que l'on peut relever dans ses tableaux 8 et 9 (pages 420 et 421) :

- . des femelles classées "ripe" et dont les ovaires pèsent moins de 60g (dans notre échantillon certains ovaires au stade équivalent IV_2 dépassent 2 kg),
- . des mâles "ripe" avec des testicules de 15 g (certains dépassent 1,5 kg dans notre échantillon).

De même MARR (1948) signale une femelle "spent" dont la taille est comprise entre 62 et 63,9 cm.

Ces résultats sont en complet désaccord avec nos observations. Il suffit de consulter la liste des albacores femelles (taille et poids des gonades annexe I) que nous avons étudiés pour se rendre compte qu'au cours de son échantillonnage, WADE n'a pas rencontré d'individus matures. Il est probable que ces erreurs peuvent être évitées par l'emploi d'une méthode complémentaire de détermination du stade sexuel, même si celle-ci n'intervient qu'épisodiquement à titre de vérification.

IV. ZONES ET PERIODES DE PONTE

IV.1 ORIGINE DES CAPTURES

IV.1.1 Détermination des zones.

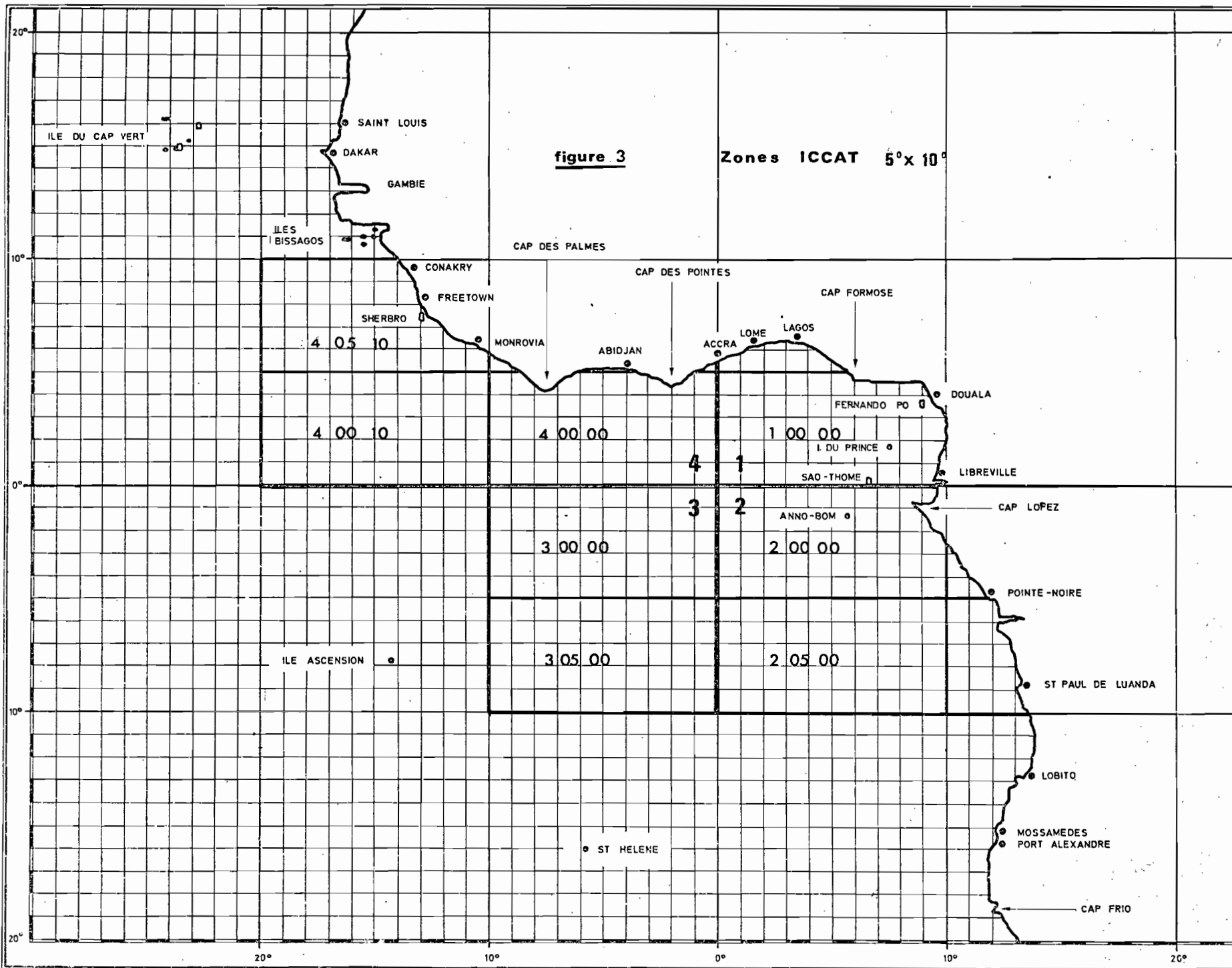
Dans une étude préliminaire (ALBARET et al. 1975), nous avons utilisé les zones délimitées à partir des cartes établies par le C.R.O. d'Abidjan pour la pêche F.I.S.. Pour cette étude définitive, nous leur avons préféré, dans un souci de normalisation, les zones définies par l' I.C.C.A.T., ou rectangles statistiques de 5° de latitude sur 10° de longitude dont l'utilisation est plus répandue. Ces zones sont représentées sur la figure 3.

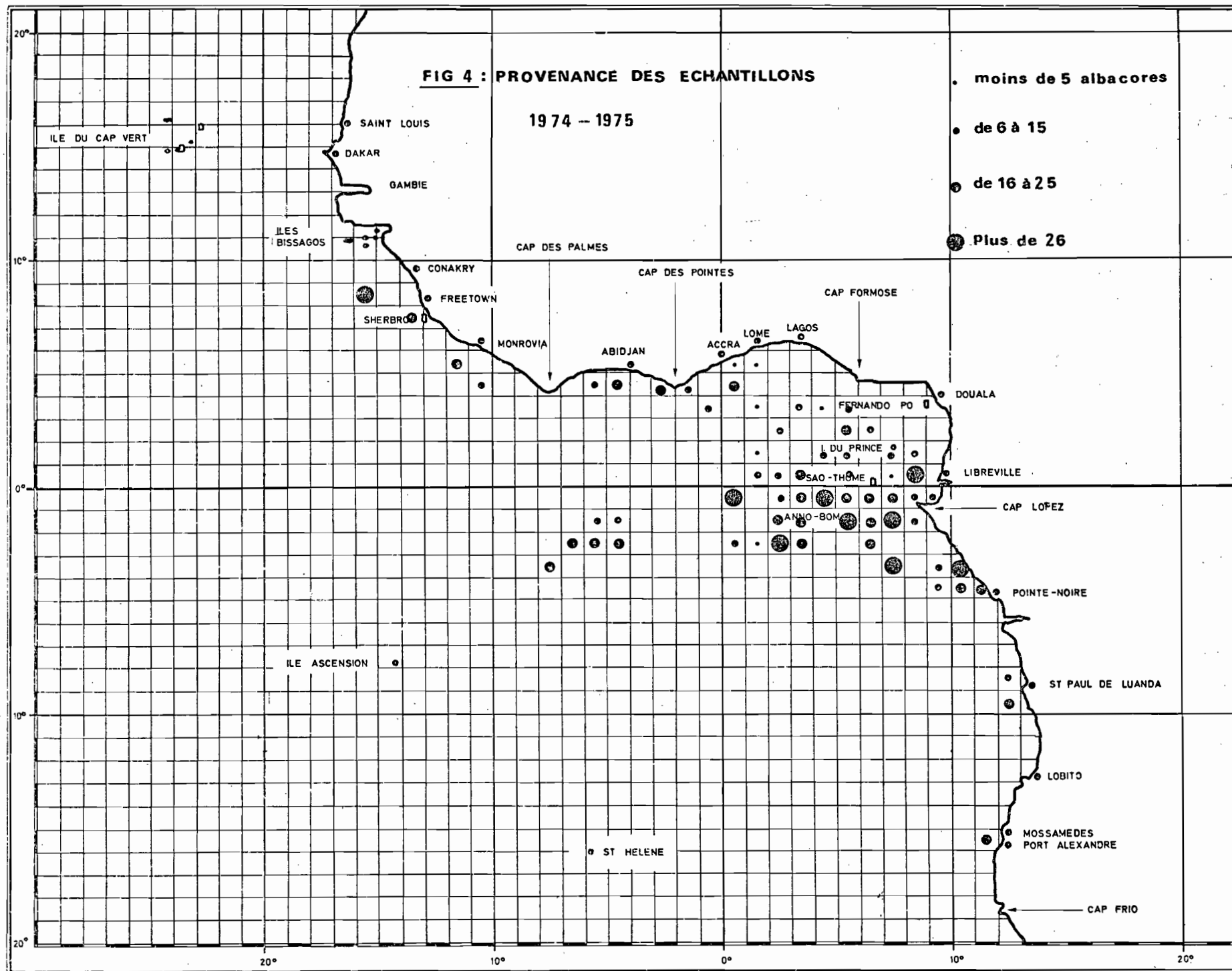
IV.1.2 Précision des données recueillies sur les dates et lieux de pêche.

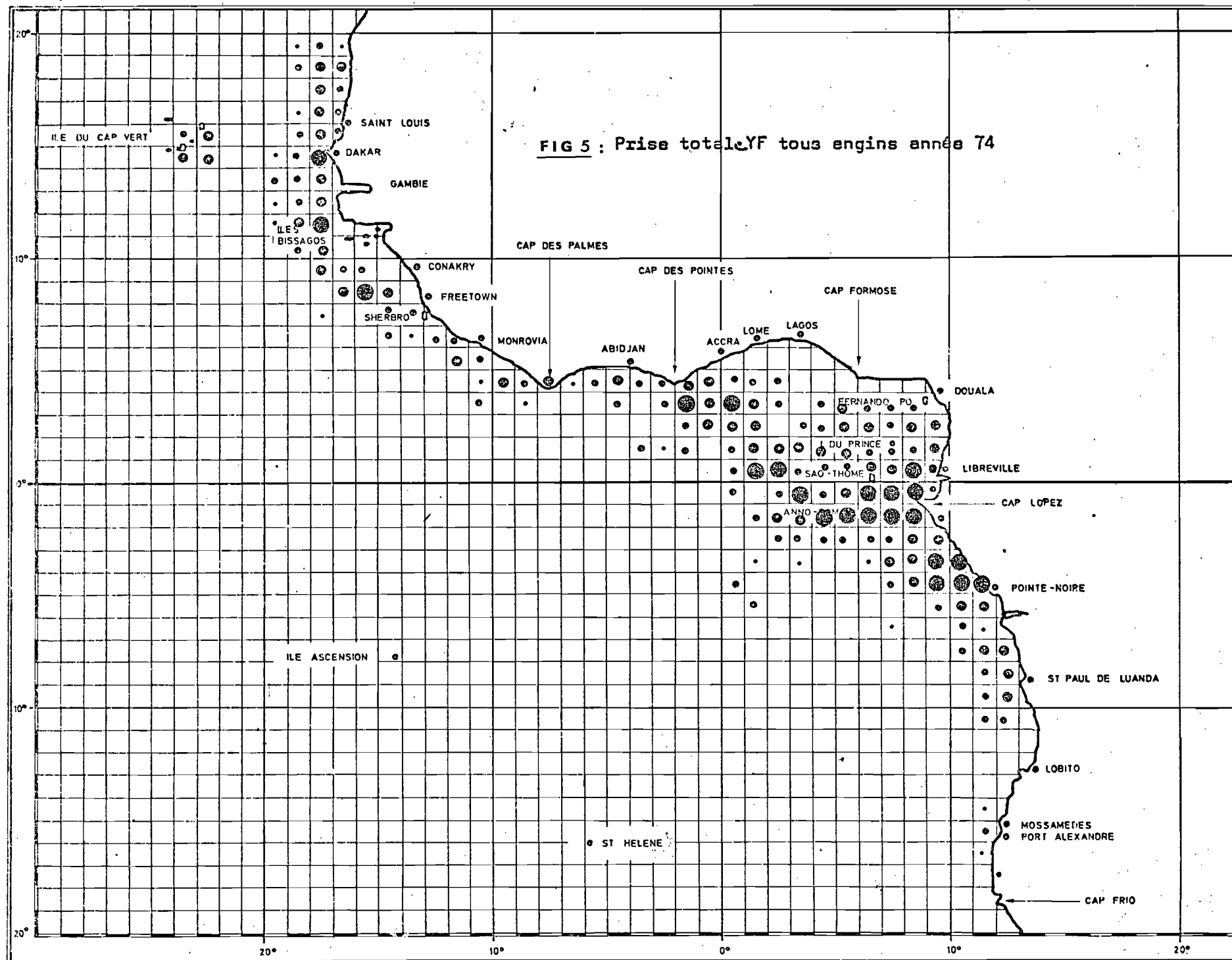
Les zones et périodes de ponte de l'albacore de l'Atlantique tropical sont déterminées à partir des renseignements fournis par les enquêtes menées par le C.R.O. à bord des thoniers débarquant à Abidjan. La précision des renseignements recueillis permet parfois de connaître l'origine du poisson au jour et au degré de longitude et de latitude près et le plus souvent à la quinzaine et au rectangle I.C.C.A.T. près. Plus rarement, fort heureusement, cette précision se limite au mois de capture et à la région océanique.

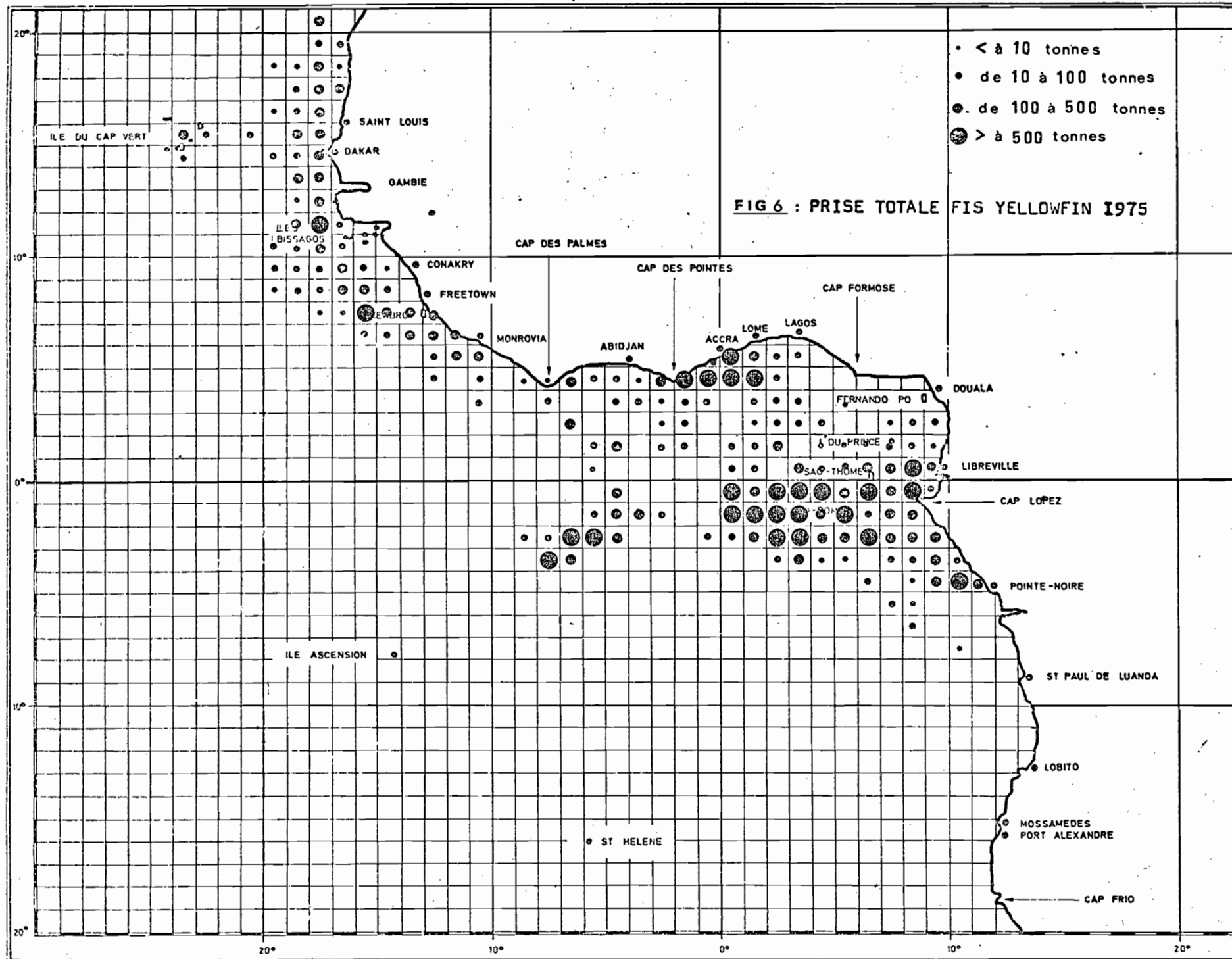
IV.1.3 Résultats.

La localisation précise du lieu de pêche du poisson n'étant pas toujours possible, nous n'avons tenu compte sur la figure 4 que des individus provenant d'échantillons dont l'origine était connue avec certitude et précision. Cependant, dans pratiquement tous les cas, nous avons pu connaître au moins la région de provenance, région notée par les pêcheurs selon la méthode des cartes F.I.S. ou des rectangles I.C.C.A.T.. Ainsi parmi les échantillons dont la provenance n'a pu être définie au carré de 1° près et qui ne figurent pas sur la figure 4, 40% proviennent du rectangle 1 00 00, 40% du rectangle 2 00 00, 5% du 2 05 00 et 5% du 4 00 00.









La comparaison des figures 4 d'une part, et 5 et 6 de l'autre, permet de constater la représentativité générale de notre échantillon.

Les tableaux II et III montrent que ce dernier suit fidèlement les fluctuations de la pêche. C'est ainsi qu'en avril et mai, le petit nombre d'échantillons provenant des zones 1 00 00 et 2 00 00 correspond à une diminution des captures dans cette région à la même époque. On remarque également que les prises importantes en décembre, janvier, février (fig. 7, 8, 9, 10) (1) dans le fond du Golfe de Guinée correspondent à la concentration des reproducteurs.

Sur l'ensemble des 27 mois d'échantillonnage, environ 75% des poissons échantillonnés proviennent des zones 1 00 00 et 2 00 00, c'est à dire du fond du Golfe de Guinée. La figure 4 permet de préciser encore cette provenance en la localisant dans le secteur des "îles" (îles du Prince, Sao-Thomé, Anno-Bon), la région du Cap Lopez et jusqu'à environ 4° de latitude sud. Si à tout ce secteur, on ajoute le secteur dit "d'Abidjan" (rectangle 4 00 00) on a alors 85% de l'échantillonnage. Les 15% restants sont dispersés dans le rectangle 3 00 00, au large de l'Angola, au large de Monrovia et de la Sierra Leone. On a tenu compte de leur origine lors de l'interprétation des résultats.

IV.2 PERIODES DE PONTE

Deux grands types de méthodes sont généralement utilisées pour déterminer les zones et périodes de ponte des poissons pélagiques :

- . les méthodes consistant à suivre le cycle sexuel des géniteurs,
- . la recherche des oeufs et des larves de l'espèce considérée, récoltés dans les traits de plancton.

IV.2.1 Méthodes faisant appel aux variations saisonnières de la maturité sexuelle.

Elles sont diverses, nombreuses et largement employées. Le problème peut en effet être approché de plusieurs façons.

(1) Figures 7, 8, 9, 10 d'après A. CAVERIVIERE ORSTOM C.R.O. Abidjan.

Trimestre Zone	Tri I 74	Tri II 74	Tri III 74	Tri IV 74	Tri I 75	Tri II 75	Tri III 75	Tri IV 75	Tri I 76
1 00 00	141	2	7	34	5	5	50	-	24
2 00 00	132	50	59	43	158	20	76	141	114
2 05 10	41	-	-	-	-	-	-	-	-
2 15 10	18	-	-	-	-	-	-	-	-
3 00 00	-	-	-	-	31	85	-	-	-
4 00 00	-	44	-	-	-	35	10	11	52
4 05 10	-	-	-	25	-	14	-	-	-
Total	332	96	66	102	194	159	136	152	190

TABLEAU II : REPARTITION GEOGRAPHIQUE TRIMESTRIELLE DES ECHANTILLONS
=====

Trimestre Zone	Tri I 74	Tri II 74	Tri III 74	Tri IV 74	Tri I 75	Tri II 75	Tri III 75	Tri IV 75
1 00 00	4 490	97	620	1 187	657	58	3 445	287
2 00 00	2 167	1 325	7 099	4 604	11 429	416	1 799	8 410
2 05 10	357	586	28	646	0	0	0	0
2 15 10	81	15	-	0	-	-	-	-
3 00 00	-	0	0	0	22	4 752	0	23
4 00 00	864	61	1 791	152	493	561	2 234	318
4 05 10	21	2 222	69	129	489	1 148	313	1 589
Total	7 980	4 306	9 607	6 718	13 090	6 935	7 791	10 627

TABLEAU III : PRISE PAR RECTANGLES STATISTIQUES F.I.S. 1974 et 1975

(Senneurs moyens + grands senneurs)

Figure 7

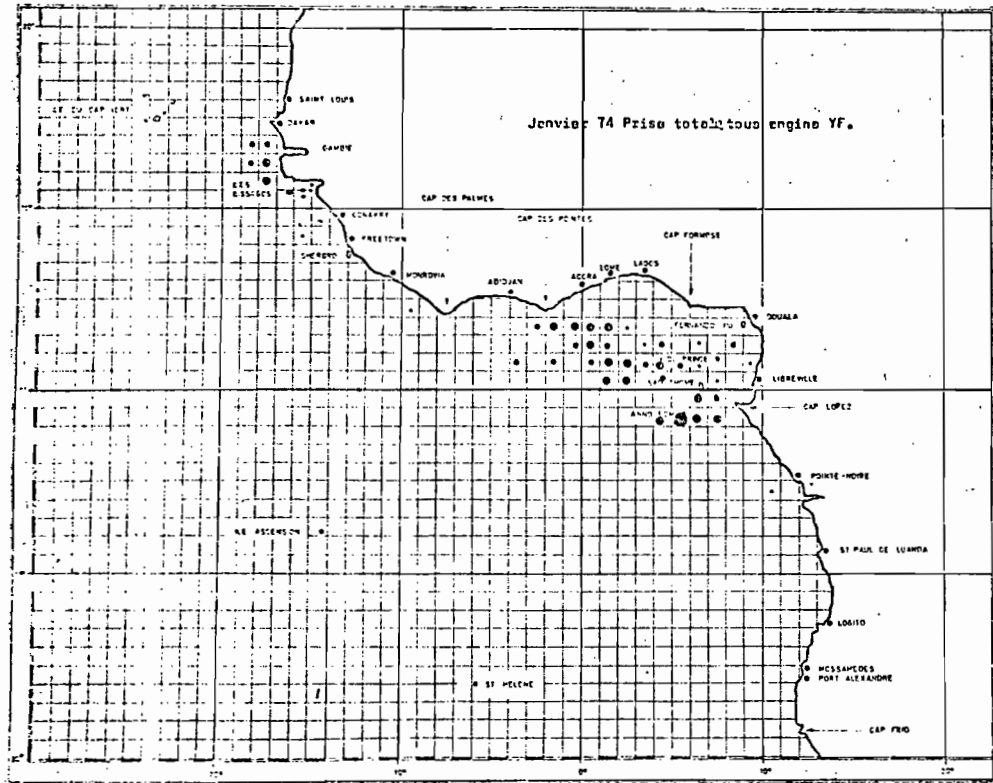


Figure 8

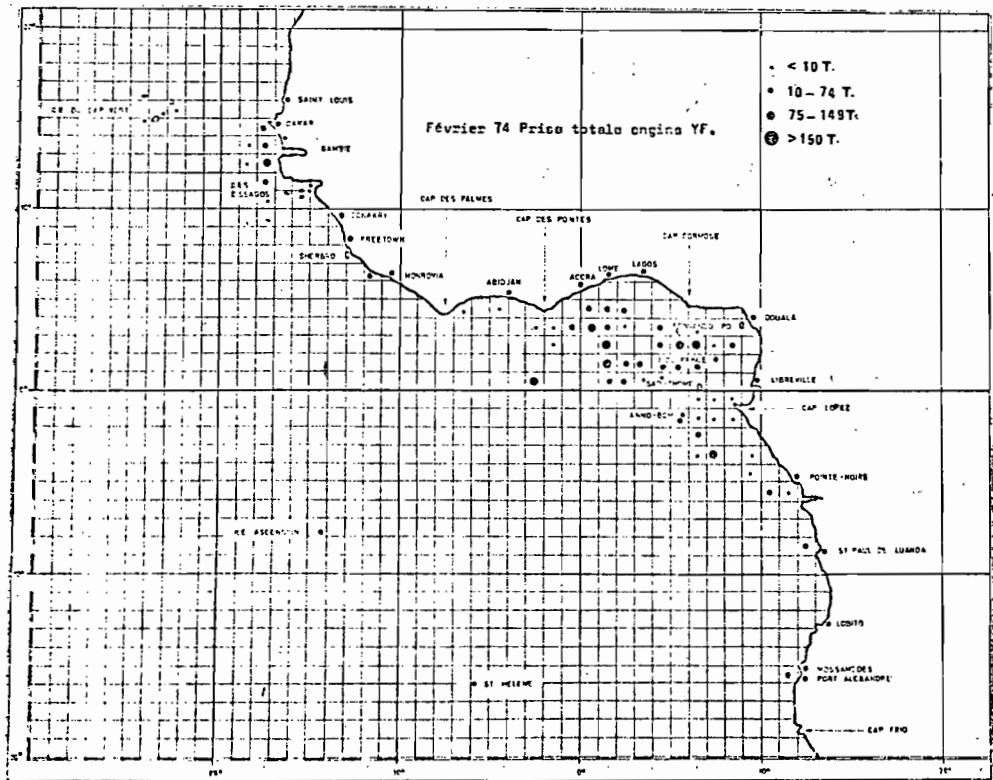


Figure 9

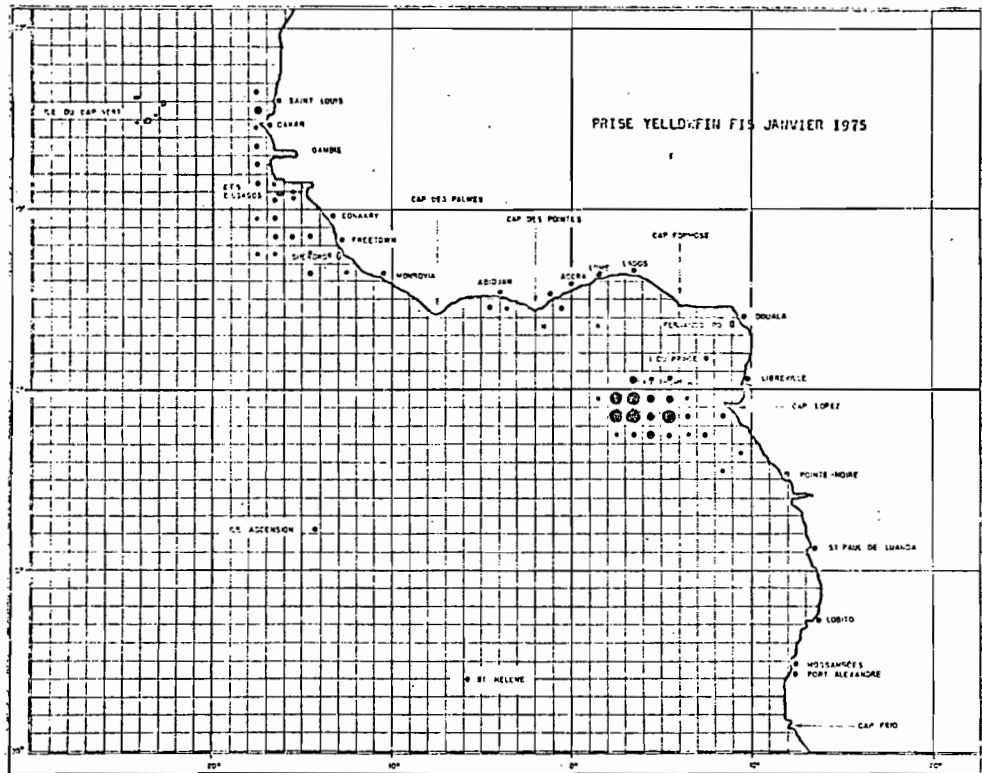
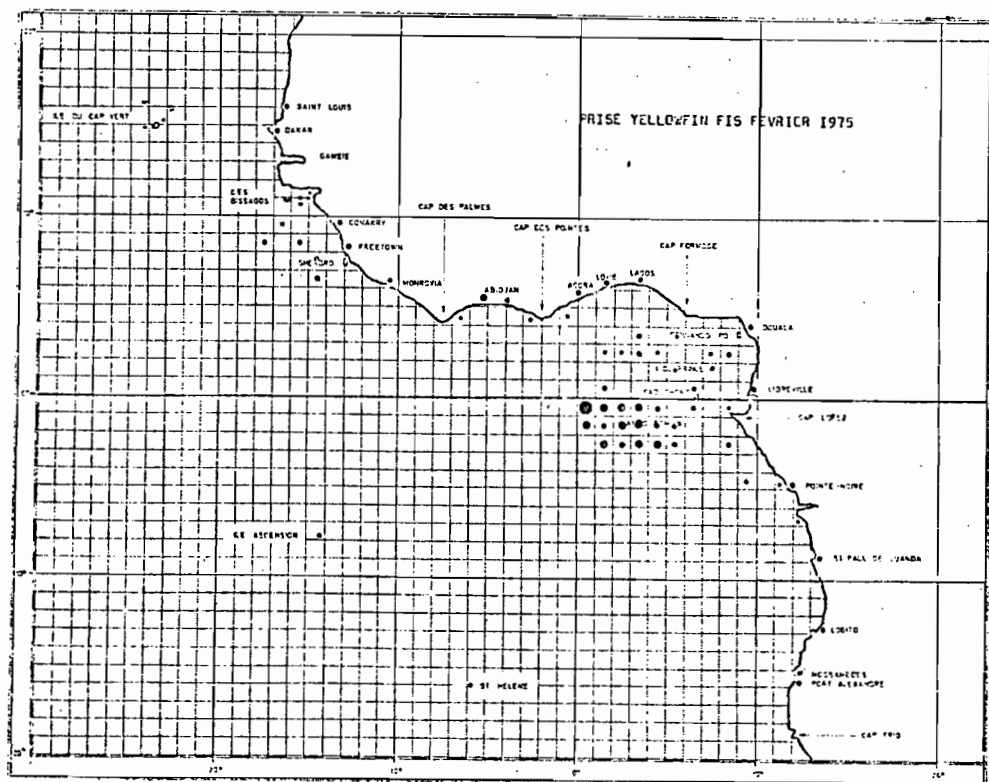


Figure 10



IV.2.1.1 Exposé de ces méthodes.

IV.2.1.1.1 Définition d'une échelle de maturité basée sur des critères macroscopiques de description des gonades :

C'est la méthode la plus simple apparemment, ne nécessitant que l'examen des gonades "in situ" (photo a, planche I). C'est aussi, et à juste titre, la plus controversée et nous avons vu les risques que fait courir son emploi seule. Cette méthode a été utilisée (seule ou en parallèle avec d'autres méthodes) par de très nombreux auteurs (cf. chapitre III). Rappelons qu'elle consiste à définir arbitrairement un certain nombre de "stades de maturité", caractérisés par l'aspect, la coloration, la vascularisation etc Il est alors aisé de déterminer, par l'évolution des pourcentages respectifs des différents stades, les périodes de reproduction et de repos sexuel.

IV.2.1.1.2 Mensurations du diamètre des ovocytes.

- Evolution de la structure de l'ovaire. L'analyse des distributions de fréquence des ovocytes à l'intérieur de l'ovaire a conduit de nombreux auteurs à l'élaboration d'une échelle de maturité des ovaires basée sur le nombre et la position des distributions modales. Comme pour la méthode précédente à laquelle elle est d'ailleurs souvent liée, la proportion des stades indiquant la maturité sexuelle détermine les périodes de ponte.

- Certains auteurs se contentent, par une méthode proche de la précédente, de suivre l'évolution du groupe modal le plus avancé et précisent ainsi le stade sexuel après avoir établi une relation entre le diamètre des ovocytes et le rapport gonado-somatique ou le stade de maturité. La figure 25 (chapitre V) montre que cette méthode est très imprécise chez l'albacore pour des individus ayant atteint un stade de maturité assez avancé et présentant un gonad-index supérieur à 15.

- D'autres auteurs (STEQUERT, 1975 par exemple), après avoir délimité le mode le plus avancé, dénombrent les ovocytes appartenant à ce dernier groupe (n) et la totalité des ovocytes entrés en maturation (nt). L'évolution des variations du rapport de ces deux nombres (n/nt) dans le temps est suivie et les valeurs maximales indiquent la ponte.

IV.2.1.1.3 Echelle microscopique.

Une troisième échelle de maturation des ovaires peut être établie par l'étude des variations histologiques des gonades. On suit l'évolution microscopique des ovocytes ou d'un élément constitutif caractéristique de ceux-ci (rapport nucléo-cytoplasmique, affinité des divers organites pour les colorants, nombre de nucléoles, épaisseur et structure des membranes etc ...). Cette méthode très sûre ne permet pas le traitement d'un grand nombre de données et est rarement utilisée seule pour la détermination des périodes de ponte.

IV.2.1.1.4 Relation taille-poids et cycle sexuel.

Cette méthode s'appuie sur le fait que deux périodes d'intense activité nutritionnelle encadrent chez les téléostéens une période de ponte. Ces périodes d'activité nutritionnelle entraînent une augmentation de poids qui modifie la relation taille-poids $P = aL^b$ et plus particulièrement le coefficient b (STEQUERT, 1971). Il suffit alors de suivre les variations de ce coefficient pour mettre en évidence les périodes de ponte. L'intérêt de cette méthode est de permettre de préciser les périodes de ponte sans passer par l'examen ou le prélèvement des gonades (par exemple pour le poisson débarqué congelé). Elle est difficilement applicable à l'albacore sur le plan pratique car le poids des adultes varie de 25 à 100 kg ce qui rend malaisées les manipulations de ces animaux.

IV.2.1.1.5 Variations saisonnières du rapport hépato-somatique (R.H.S.).

Relativement peu employé, le R.H.S. a d'abord été étudié par BOUGIS (1952), puis POSTEL (1955) et enfin repris récemment par STEQUERT (1975). Les relations entre le cycle sexuel et la physiologie du foie des téléostéens semblent complexes et leur interprétation difficile. Selon POSTEL, les variations du rapport hépato-somatique ne répondent à aucune règle générale.

IV.2.1.1.6 Variation d'épaisseur de la paroi ovarienne.

Elles ont été remarquées par plusieurs auteurs et correspondent d'après POSTEL (1955) à la combinaison d'un épaissement physiologique lié à l'âge du poisson et d'un amincissement mécanique provoqué par la distension de l'ovaire au moment de la maturation.

IV.2.1.1.7 Evolution saisonnière du rapport gonado-somatique (R.G.S.)

Les périodes de ponte peuvent être étudiées en suivant les variations de poids des gonades par rapport aux variations de poids du corps, si comme nous l'avons vérifié l'augmentation du poids des gonades est en relation avec un état de maturation plus avancé des ovocytes.

Nous avons considéré cette méthode comme méthode de base de la détermination des périodes et zones de ponte. Les autres, que nous n'avons pas toutes employées, viennent confirmer ou préciser les résultats obtenus par l'étude de variations du R.G.S.. Les avantages de cette méthode sont nombreux : facilité d'emploi, objectivité, résultats chiffrés, utilisation très répandue permettant des comparaisons, rapidité des prélèvements et de la pesée permettant le recueil d'une grande quantité de données Le tableau IV récapitule les divers moyens d'investigation envisagés et les méthodes finalement employées y sont notées, ainsi que l'importance relative de chacune dans l'élaboration du résultat final.

IV.2.1.2 Détermination de la période de ponte de l'albacore dans le Golfe de Guinée par l'étude des fluctuations du rapport gonado-somatique des femelles.

IV.2.1.2.1 Définition

Le rapport gonado-somatique tel que l'a défini BOUGIS (1950) : "Le rapport gonado-somatique, en abrégé R.G.S., est égal à cent fois le poids des gonades divisé par le poids total du corps et exprime le poids des gonades en pourcentage du poids du corps" a été utilisé sous différentes formes que nous rappellerons brièvement. Mais il reste, dans tous les cas, un moyen d'étudier l'évolution de la maturité sexuelle en suivant l'évolution des variations du poids des gonades par rapport au poids du corps.

IV.2.1.2.2 Choix d'un rapport gonado-somatique particulier : le gonad-index.

Le R.G.S. tel qu'il a été utilisé par POSTEL (1955) pour l'albacore et le listao, par STEQUERT (1975) pour le listao, présente l'inconvénient

Méthodes	Utilisation
G.I. (R.G.S.)	+ + +
Stades sexuels (critères externes)	+ +
Stades sexuels (structure ovaire)	+ +
Diamètre des ovocytes du dernier mode	+
Stades sexuels (histologie)	+ +
R.H.S.	-
Relation taille-poids	-
Epaisseur de la paroi ovarienne	+
Nbre d'ovocytes constituant le mode le plus avancé/nbre d'ovocytes	-

+ + + Utilisation intensive
 + + Utilisation régulière de routine-vérification
 + Utilisation épisodique
 - Jamais utilisée

TABLEAU IV : RECAPITULATIF DES METHODES D'ETUDE DES PERIODES DE PONTE

 ET DE LEUR DEGRE D'UTILISATION DANS CETTE ETUDE.

de ne pas être adapté à l'étude de gros poissons dont le poids est souvent difficile à obtenir. C'est ainsi que de nombreux auteurs ont été amenés à utiliser un indice ne faisant pas intervenir comme mesure de base, le poids mais la longueur du poisson, paramètre beaucoup plus aisé et rapide à recueillir. Un pied à coulisse est plus facilement transportable et maniable parmi les thons entassés qu'une bascule ! Deux personnes peuvent ainsi mesurer et prélever les gonades de vingt à trente albacores en deux heures malgré les conditions parfois difficiles dans lesquelles se déroulent les manipulations à la conserverie (planche II, fig. a et b).

Le gonad-index (SCHAEFER et ORANGE, 1956) ou en français indice gonadosomatique (FONTANA et PIANET, 1973) convient très bien à une étude de ce type. Il a de plus une très large diffusion et permet la comparaison des résultats à une grande échelle. Signalons que les utilisateurs du gonad-index sont en majorité anglophones ; pour cette raison nous conserverons l'appellation anglo-saxonne : gonad-index, symbolisée par les initiales G.I..

Le gonad-index, souvent relié aux stades de maturation, a surtout été employé pour définir les aires et époques de ponte dans l'océan Pacifique : YOSHIDA 1964, KIKAWA 1966, MORI 1970, BATTIS 1972, HU et YANG 1972, SHUNG 1973. De telles études sont sans équivalent pour l'albacore de l'océan Atlantique où, à notre connaissance, le gonad-index n'a été employé que par HISADA 1973 qui compare les valeurs des gonad-index de thons pris avec deux engins de pêche différents (palangre et canne) et examine les variations du G.I. avec la latitude, et par HONMA et HISADA (1971) qui étudient la structure de la population atlantique.

D'autres rapports gonado-somatiques sont parfois utilisés : le "relative ovary weight" de YUEN (1955) et de OTSU et UCHIDA (1959), le r.g.s. de ROSSIGNOL :
$$\frac{\text{volume des gonades en cc}}{\text{cube de la longueur en cm}} \times 10^4$$

Le gonad-index est égal au rapport du poids des gonades au cube de la longueur (à la fourche) du corps du poisson. Les deux rapports R.G.S. et G.I. sont très proches si le cube de la longueur est proportionnel au poids du corps. Le gonad-index est donné par la formule :

$$G.I. = \frac{PG}{LF^3} \times 10^8$$

PG = poids des gonades en grammes

LF = longueur à la fourche en mm

PLANCHE II

=====

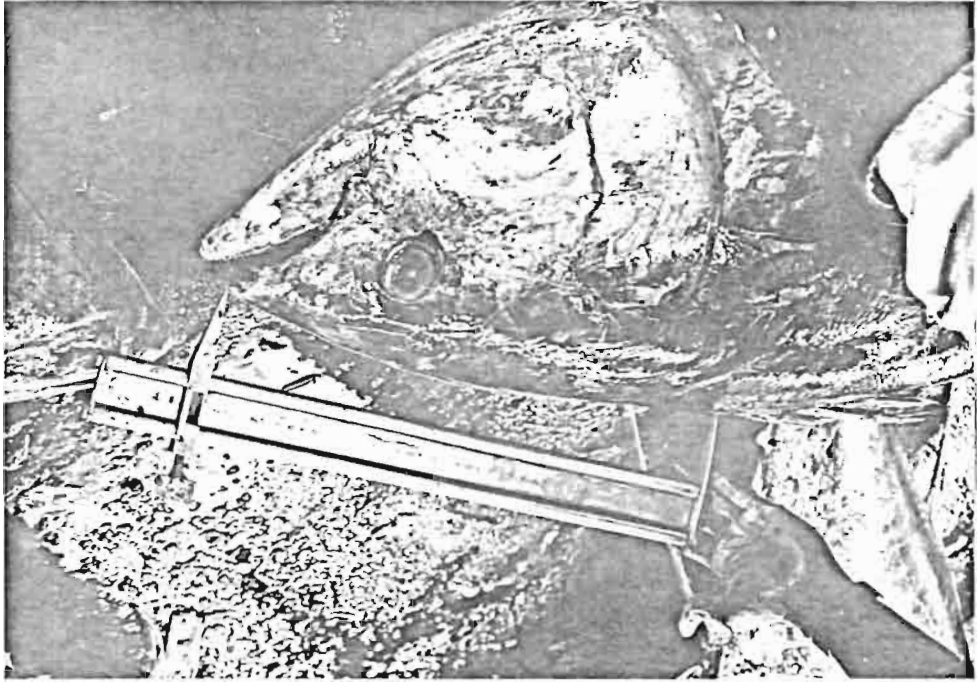


Figure a



Figure b

IV.2.1.2.3 Méthodes d'étude

Les ovaires rapportés au laboratoire sont débarrassés des surplus de tissu conjonctif et adipeux puis pesés au gramme près. La méthode employée consiste à suivre la valeur du gonad-index moyen mensuel. Deux méthodes de calcul ont été envisagées :

- . Le G.I. moyen mensuel brut non pondéré GIm1 qui s'obtient en formant la moyenne de toutes les valeurs individuelles de G.I. obtenues dans le mois :

$$GIm1 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} GI}{n}$$

- . Le G.I. moyen pondéré mensuel GIm2 où l'on accorde à chaque débarquement quelque soit le nombre des individus constituant l'échantillon la même valeur statistique :

$$GIm2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} GI_{md}}{n}$$

GI_{md} = G.I. moyen de chaque échantillon

n = nombre d'échantillons dans le mois

Les deux méthodes donnent en fait des résultats très proches. Rappelons que les albacores ont été mesurés en longueur prédorsale (LD₁), distance comprise entre l'extrémité de la lèvre supérieure et l'insertion de la première nageoire dorsale, mesure plus facile à obtenir que la longueur à la fourche (LF), car les poissons serrés les uns contre les autres sont lourds et difficiles à manipuler, déformés par la congélation et ont parfois la queue coupée. CAVERIVIERE, 1975 a montré que "la mesure de la prédorsale à la place de la longueur à la fourche permet pour les mêmes résultats une économie de temps et de moyens". La table de conversion LD₁-LF que nous avons utilisée est donnée en Annexe III.

Seules les femelles d'une longueur prédorsale supérieure à 32 cm soit une longueur à la fourche de 110,5 cm ont été prises en considération pour l'étude des saisons de ponte basée sur les variations saisonnières du gonad-index, dans le but d'éliminer totalement les immatures (cf. chapitre VIII).

IV.2.1.2.4 Variations saisonnières du gonad-index

Les figures 11, 12 et 13 montrent que l'échantillonnage couvre une période de 27 mois et que trois saisons de ponte peuvent y être observées.

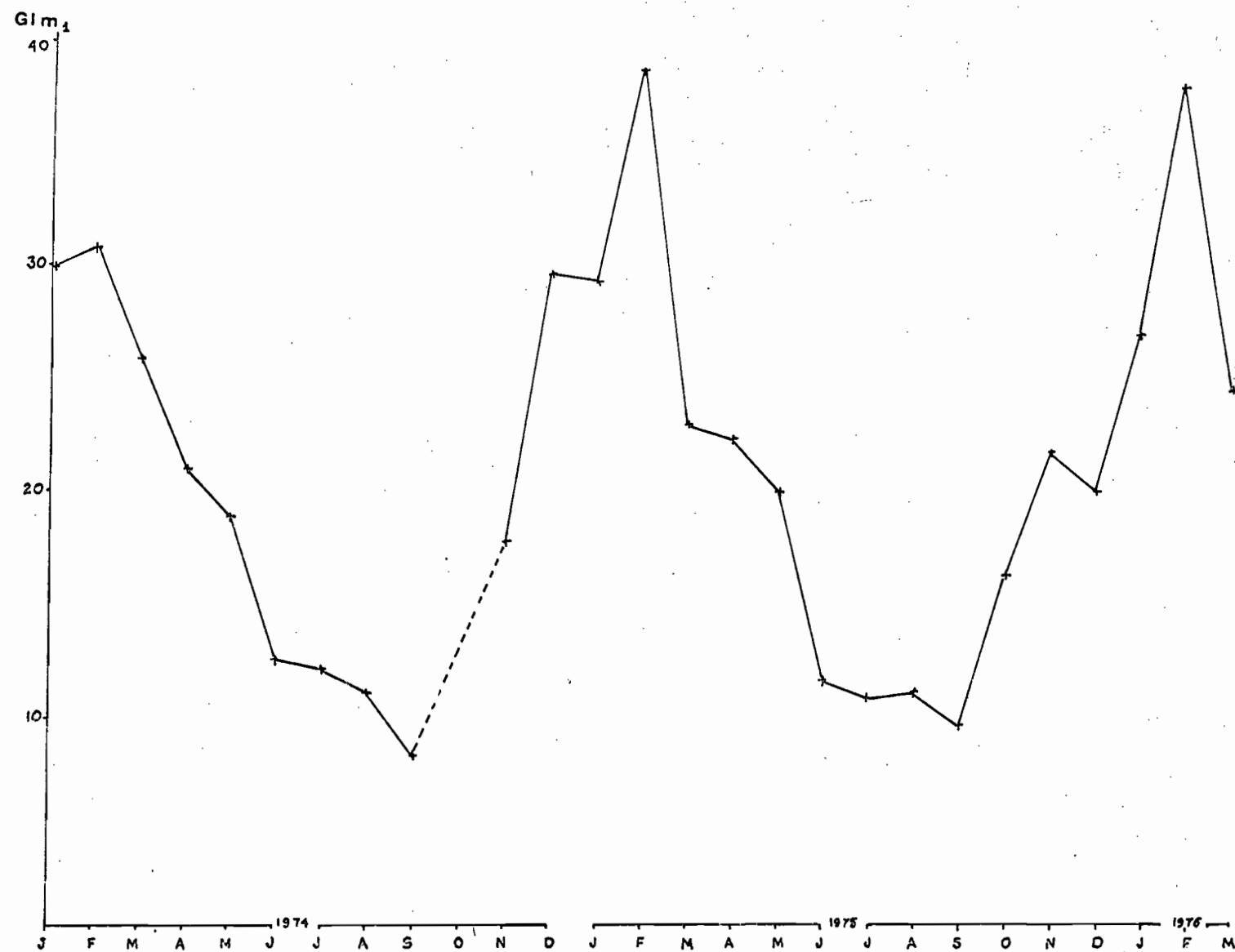


Fig 11 : Variations du GI moyen mensuel au cours des années 1974 et 1975, et du premier trimestre 1976

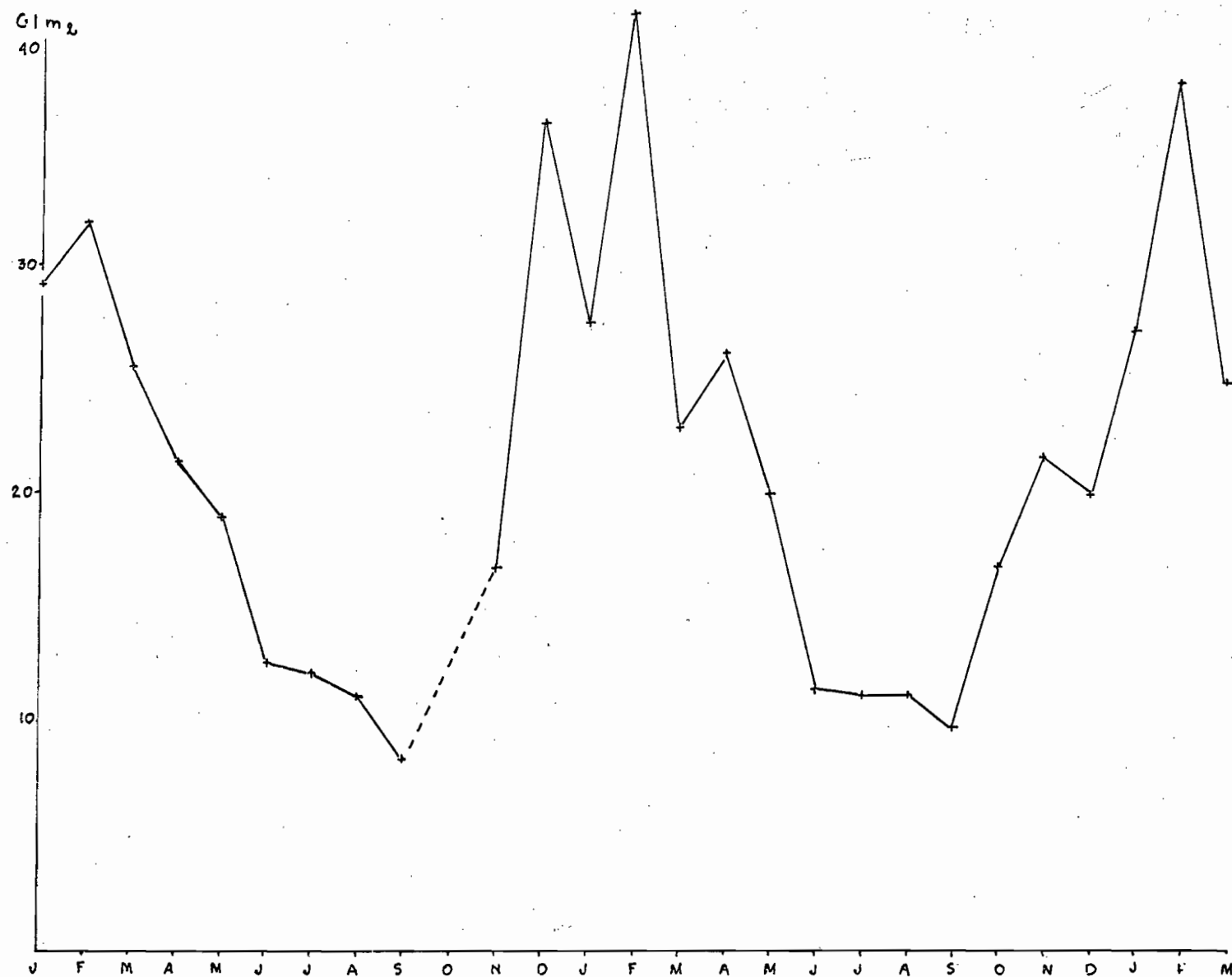
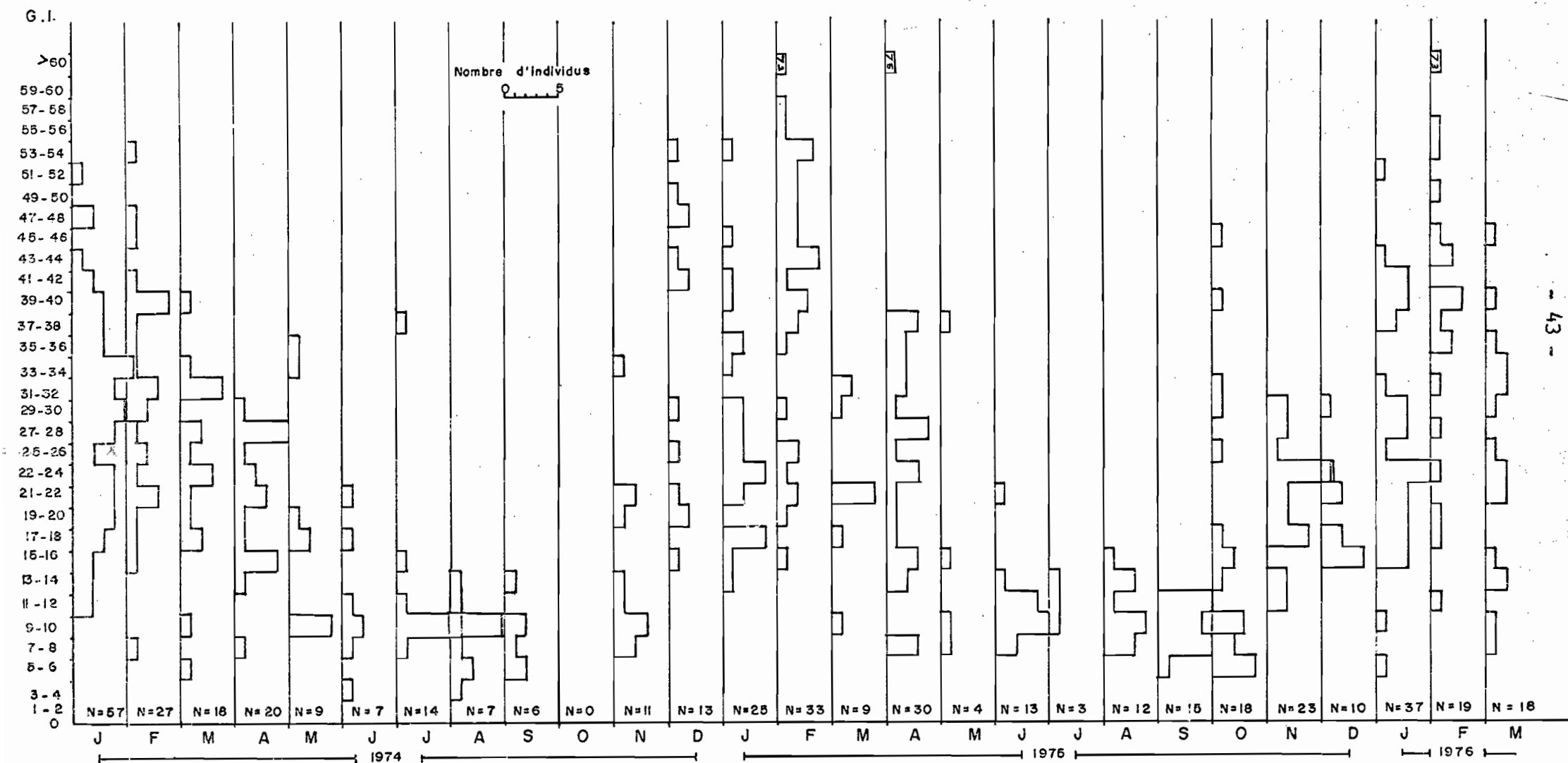


Fig 12. Variations du GI moyen pondéré mensuel au cours des années 1974 et 1975, et du premier trimestre 1976

Fig 13 : Distribution de frequence du G.I. (par mois de capture)



Les valeurs moyennes mensuelles du gonad-index calculées à partir des données recueillies au cours des années 1974-1975 et du premier trimestre 1976 confirment et précisent les résultats préliminaires déjà publiés, obtenus avec les données de 1974 (ALBARET et al. 1975). Les périodes d'activité et de repos sexuel sont nettement définies chez l'albacore du Golfe de Guinée.

Description année par année :

1974-1975 : l'échantillonnage a commencé en janvier 1974 en pleine saison de ponte. La valeur maximale du gonad-index moyen, assez faible cette année là, est atteint en février ($GIm1 = 32,2$ et $GIm2 = 30,7$). En mars l'activité sexuelle est encore importante ($GIm1 = 25,6$ et $GIm2 = 25,8$), elle s'atténue ensuite régulièrement en avril et mai. Les valeurs du gonad-index moyen sont très basses en juin, juillet, août et septembre, le minimum absolu de l'année est atteint ce dernier mois avec $GIm1 = GIm2 = 8,4$. Il n'y a pas eu de recueil de données pour octobre 1974. En novembre, la reprise est sensible ($GIm1 = 16,7$ et $GIm2 = 17,8$). Les gonad-index élevés du mois de décembre témoignent d'une intense activité sexuelle.

Quelques légères différences peuvent être relevées avec les résultats donnés dans l'étude préliminaire publiée en 1975 qui portait uniquement sur l'année 1974-1975. Les résultats étaient, en effet, donnés par mois de débarquement du poisson, alors que pour cet exposé, ils sont donnés par mois de pêche effective ce qui en améliore la précision.

1975-1976.: En janvier, on note une légère baisse par rapport à décembre ($GIm1 = 27,6$ et $GIm2 = 29,3$). En février, le gonad-index moyen maximal est atteint, il représente également le maximum enregistré au cours des trois saisons de ponte étudiées ($GIm1 = 41,5$ et $GIm2 = 38,6$). On observe une chute très rapide en mars et un retour progressif au repos sexuel qui débute en juin, juillet, août et septembre (minimum : $GIm1 = 9,8$ et $GIm2 = 9,7$). On constate une légère reprise de l'activité sexuelle en octobre et en novembre le gonad-index atteint des valeurs supérieures à 20 ($GIm1 = 21,6$ et $GIm2 = 21,8$). En décembre, le gonad-index diminue jusqu'à 20,1 ($GIm1 = GIm2$). La reprise s'effectue en janvier et le maximum est atteint en février ($GIm1 = 38,3$ et $GIm2 = 38,1$). Une baisse en mars marque la fin de la période de ponte intense.

De cette rapide analyse, il ressort que les périodes d'activité et de repos sexuel sont bien marquées et semblent relativement stables d'une année sur l'autre. Les périodes de repos sexuel, indiquées par des gonad-index très faibles, sont, en 1974 comme en 1975, situées en juin, juillet, août et septembre. Alors que les périodes d'activité sexuelle, caractérisées par des gonad-index élevés se déroulent en décembre, janvier, février et à un niveau parfois moindre en mars. Il est tentant de mettre en relation les diminutions des valeurs des gonad-index moyens observés en janvier 1974 et décembre 1975 avec le phénomène de pontes fractionnées que nous signalons au chapitre V. Cette baisse relative (puisque en pleine phase ascendante du G.I. moyen) correspondrait alors à la fin de la première ponte massive de la saison, du moins pour une partie importante du stock reproducteur. Pour séduisante qu'elle soit, cette explication n'en est pas moins hypothétique et demanderait à être vérifiée. Ces baisses dans le gonad-index sont peut-être dues à bien d'autres causes : détérioration des conditions physico-chimiques de l'environnement, baisse des apports nutritifs, arrivée dans le stock reproducteur d'individus dont la maturité est moins avancée etc

D'une manière générale, on peut schématiser le cycle de ponte de l'albacore dans le Golfe de Guinée de la façon suivante : la maturation se termine en novembre et décembre, le maximum de ponte a lieu en janvier et février (mois pendant lequel le maximum absolu du G.I. moyen a été atteint pendant les trois saisons de ponte consécutives). L'activité sexuelle semble ensuite décliner lentement au cours des mois de mars, avril et mai. En juin commence une période de repos sexuel qui dure jusqu'au mois d'octobre pendant lequel une légère reprise de l'activité sexuelle (début de maturation) est parfois notée.

IV.2.1.3 Résultats obtenus par les autres méthodes.

La précision et la constance des résultats obtenus pour trois saisons par l'étude des variations saisonnières du gonad-index rendent superflue, pour l'albacore du Golfe de Guinée, l'utilisation des autres méthodes. Celles-ci s'imposent lorsque la ponte, étalée tout au long de l'année présente plusieurs pics qu'il est délicat de situer avec précision dans le temps. Ainsi STEQUERT (1975) détermine quatre périodes de ponte maximale par an pour le listao de la côte nord-ouest de Madagascar grâce à la combinaison de cinq des méthodes précédemment citées.

Il est cependant intéressant de constater que les proportions respectives des stades sexuels (déterminés par l'étude macroscopique, la structure des ovaires confirmées ou précisées, lorsque besoin était, par l'étude histologique de la maturation des ovocytes) confirme parfaitement les résultats obtenus précédemment.

IV.2.2 Méthode faisant appel à la recherche des larves.

Les recherches de larves sortent du cadre étroit de cette étude, mais au cours de notre travail, il nous a paru indispensable d'essayer de relier la recherche indirecte des saisons de ponte par des méthodes basées sur l'évolution de la maturité sexuelle, à la présence effective de larves d'albacore dans le milieu.

IV.2.2.1 Méthode.

Les données permettant de préciser les zones et périodes de ponte par la présence de larves restent très fragmentaires. Plusieurs campagnes de recherche de thonidés ont déjà été effectuées dans l'Atlantique tropical. Les résultats des deux plus importantes : EQUALANT et GERONIMO, ont été donnés par RICHARDS et al. (1969). Malgré cela, nos connaissances sur ce sujet restent peu développées. En effet, les concentrations trouvées ne semblent pas assez importantes pour expliquer l'abondance des populations adultes, et, à part les campagnes GERONIMO sur une zone précise, le nombre de stations par région et par saison ne paraît pas suffisant. Or du fait de l'importance économique considérable de la pêche, des connaissances plus précises sur la répartition, le nombre et la survie des larves seraient d'un grand intérêt. Dans le cadre de l'O.R.S.T.O.M., les centres de recherches océanographiques de Dakar, Abidjan et Pointe-Noire ont mis sur pied un programme commun de recherche des larves de thons.

Dans un premier temps, toutes les données disponibles sur les traits de plancton effectués dans l'Atlantique tropical dans le but de récolter des larves de thons, sont mises sur cartes perforées en vue de leur traitement par ordinateur. Tous les traits sont pris en considération, que des larves aient été trouvées ou non, ainsi que les données physiques qui les caractérisent.

Des corrélations entre ces données physiques et le nombre de larves seront ainsi effectuées afin de mieux préciser leurs conditions d'existence.

Nous allons présenter ici quelques résultats préliminaires obtenus à partir des campagnes suivantes :

- Campagnes GERONIMO : croisières 3, 4, 5
- Campagnes EQUALANT I et II
- Campagnes L.T. (Abidjan) : 7 croisières
- Campagnes R.P.Th. : 4 croisières
- Campagnes C.O.D.T. (Dakar) : 7 croisières
- Campagnes CHARCOT, août 1968

Ces campagnes représentent plus de 1 000 traits, soit à peu près la moitié des données historiques qui seront utilisées lors du traitement définitif.

Les campagnes marquantes au cours du codage sont :

- Campagnes ANNO-BON : 5 croisières
- Campagnes LAURENT AMARO (Dakar) : 13 croisières
- Campagnes CAPRICORNE : 9 croisières
- Campagnes THALASSA - CINECA, août 1973
- Campagne CORNIDE DE SAAVERDA, octobre 1972
- Campagnes ATLANTNIRO

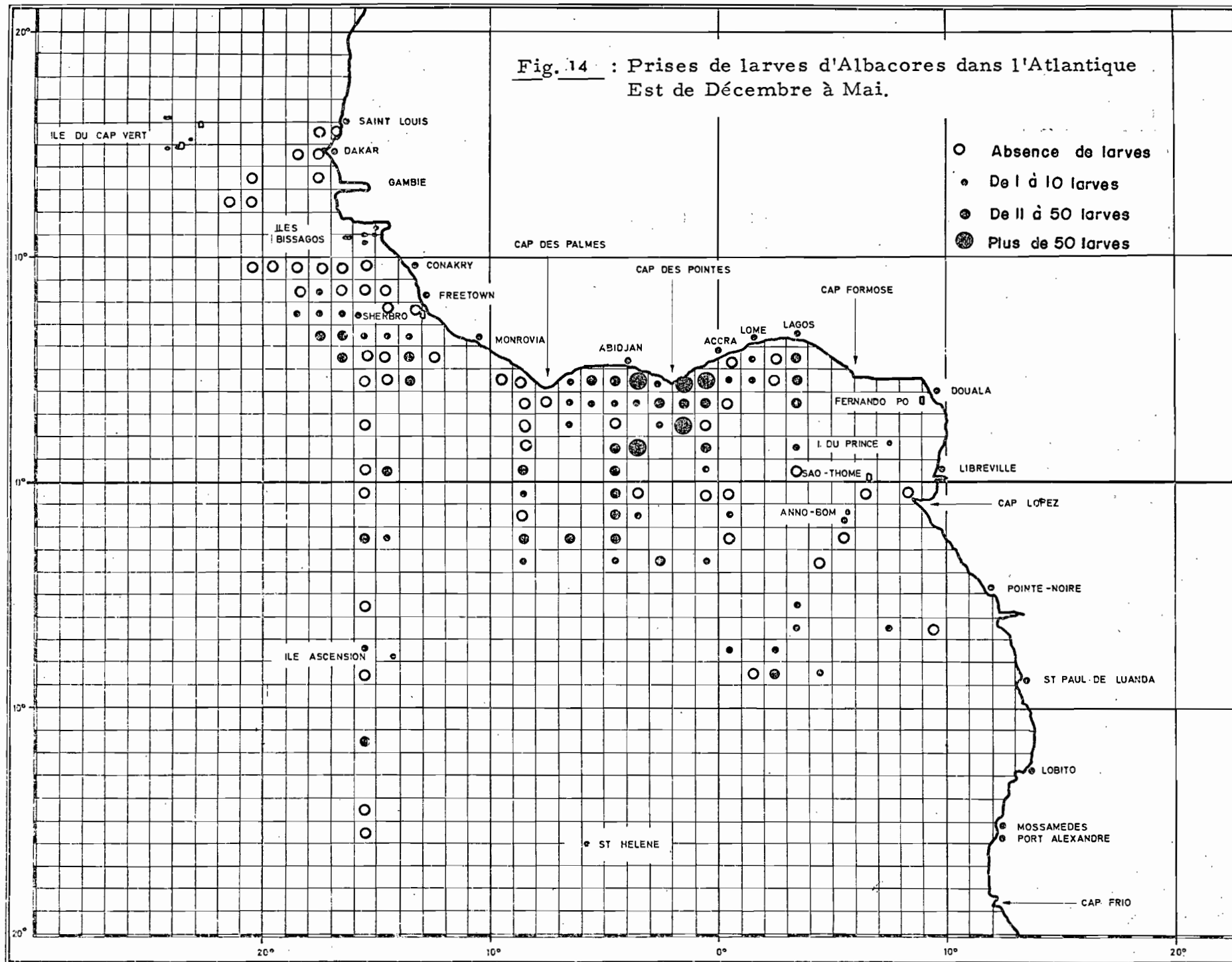
IV.2.2.2 Prises de larves d'albacore dans l'Atlantique oriental.

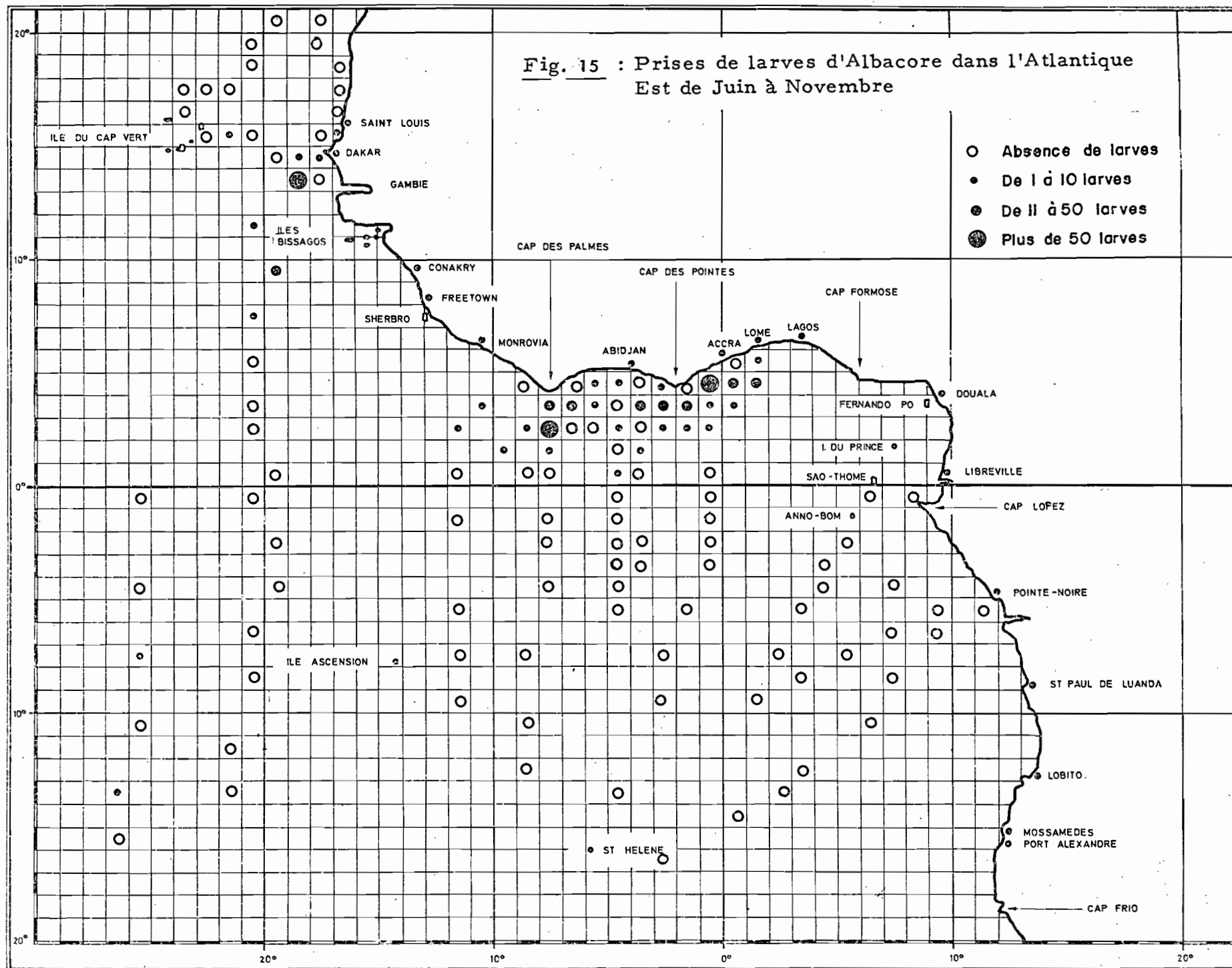
D'après les conditions hydrologiques et ce que nous savons des périodes de reproduction de l'albacore, nous avons divisé les douze mois de l'année en deux semestres : de décembre à mai et de juin à novembre. Les figures 14 et 15 (1) montrent les stations et les prises réelles effectuées par carrés statistiques de 1°. Ces cartes ont peu de valeur scientifique car les prises ne sont pas ramenées aux volumes filtrés, mais permettent cependant de se rendre compte de la répartition globale des larves.

De décembre à mai : Les larves sont trouvées dans toutes les zones de l'Atlantique tropico-oriental situées au sud de 10° nord, latitude qui correspond approximativement au changement d'influence climatique entre les hémisphères sud et nord. Pour la région au sud de 10° nord, la

(1) d'après ALBARET et al. (1975)

Fig. 14 : Prises de larves d'Albacores dans l'Atlantique
Est de Décembre à Mai.





présence de ces larves correspond à la saison chaude. Pour la région située au large de Dakar, l'absence de larves correspond à la saison froide.

De juin à novembre : On trouve des larves dans les eaux chaudes au large de Dakar. Les eaux froides au-dessous de l'équateur (rectangle 2 00 00, 2 05 00) en sont dépourvues. La zone du Golfe de Guinée entre 1° nord et le continent africain (entre le Cap des Palmes et Lomé) présente des larves bien que les conditions hydrologiques soient de saison froide.

Les cartes que nous publions avec les réserves précédemment émises montrent surtout l'insuffisance des prospections dans les zones 1 00 00 et 2 00 00, "fond du Golfe de Guinée" (à l'est du méridien de Greenwich) et secteur "des îles", zone qui, nous l'avons vu, semble être le centre d'une intense activité de reproduction en décembre, janvier, février et mars.

Deux campagnes de prospection ont été effectuées en janvier 1976 et en février-mars 1976 dans cette zone par le N/O CAPRICORNE. Ces deux campagnes sont actuellement en cours de dépouillement et ne permettent malheureusement pas encore d'apporter de précisions à nos connaissances. Nous pouvons cependant dire (communication personnelle de A. CAVERIVIERE et E. SUISSE DE SAINTE CLAIRE) que des concentrations très importantes de larves d'albacore ont été trouvées lors des nombreuses stations dans le quartier 1, notamment entre 2-4° N et 2-3° S. Ces indications, si elles sont confirmées, viendraient corroborer les résultats obtenus par l'étude des variations de l'indice gonado-somatique.

IV.2.2.3 Distribution des larves en fonction des conditions de température et de salinité.

Une grille température salinité (fig. 16) nous donne le nombre de larves en fonction de la température et de la salinité. Ce tableau (données brutes) est sujet aux mêmes restrictions que les cartes du paragraphe précédent.

Ce tableau montre la présence de larves d'albacores à partir de valeurs supérieures à 24°C de température et à 33,4 ‰ de salinité. Les plus

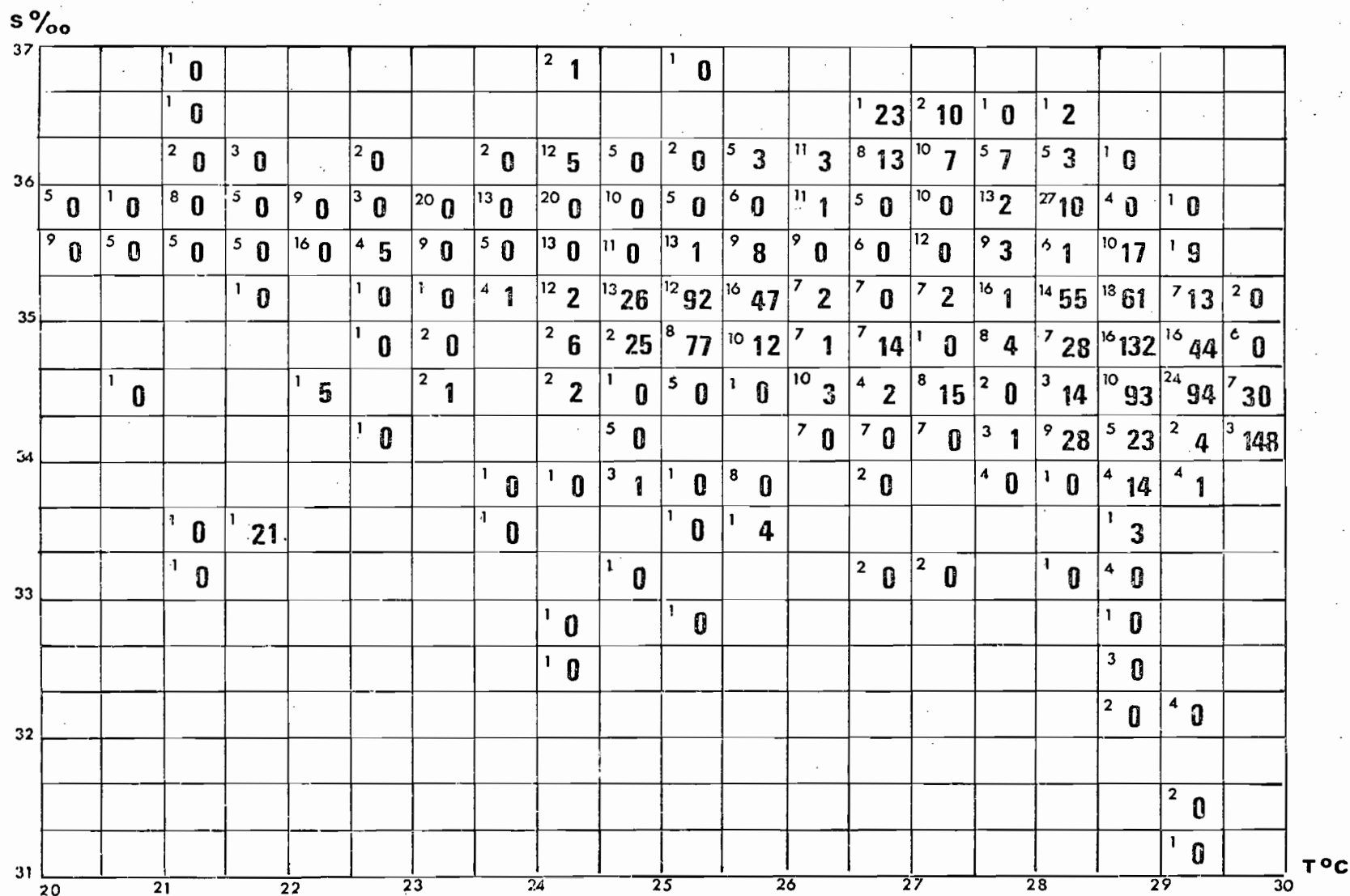


FIG. 16

DISTRIBUTION DES LARVES D'ALBACORE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

ET DE LA SALINITE (Les petits chiffres représentent le nombre de traits.)

fortes présences sont enregistrées pour des températures supérieures à 28°C et des salinités comprises entre 34,0 ‰ et 35,3 ‰.

Les figures 17 et 18 (1) donnent les températures et les salinités de surface dans le Golfe de Guinée et la région sénégal-mauritanienne pendant le premier et le troisième trimestre.

A partir de données d'origine diverses (MARCHAL 1963, KLAWE 1963, WADE 1951) portant sur 974 larves d'albacore, CHAMPAGNAT (1975) signale que :

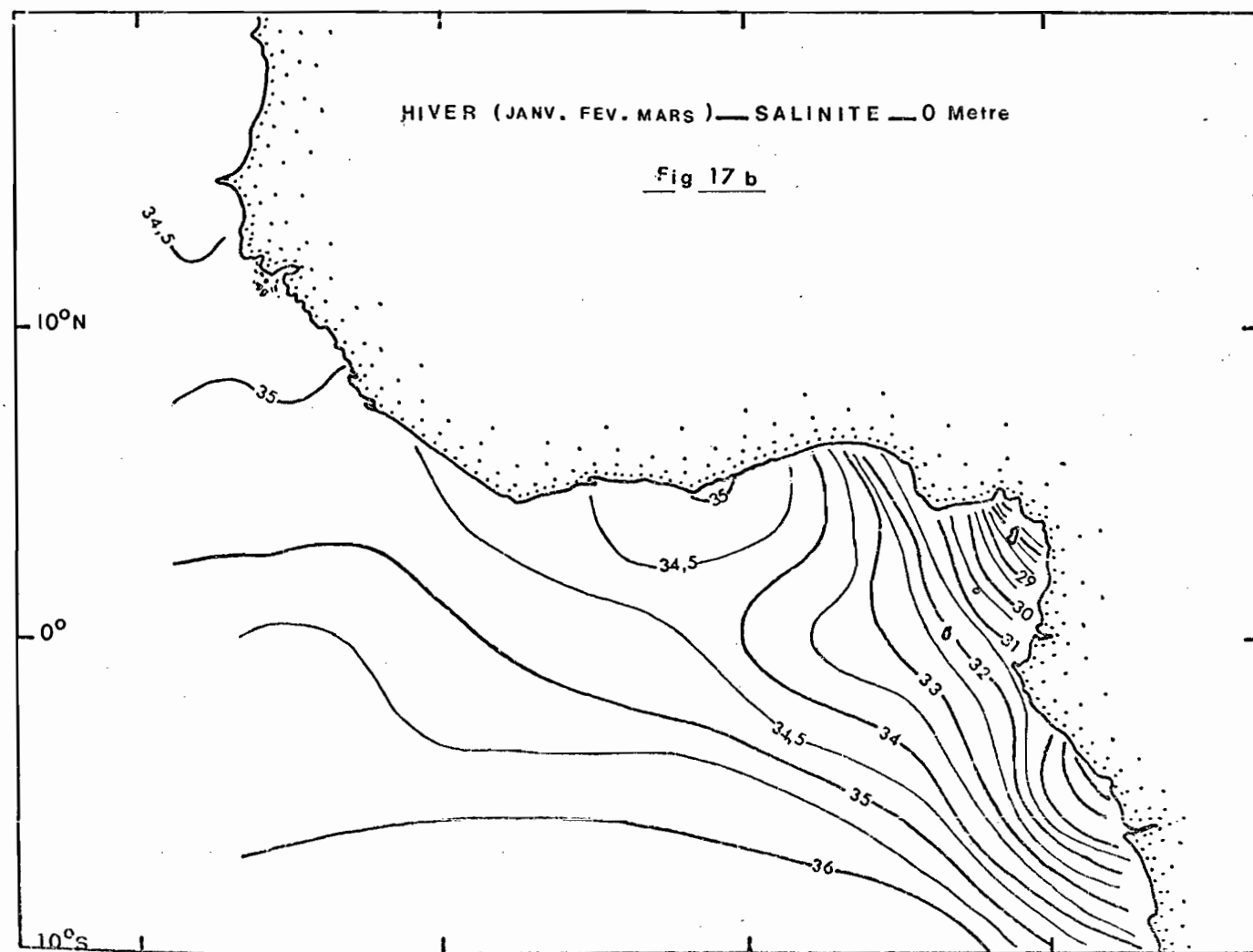
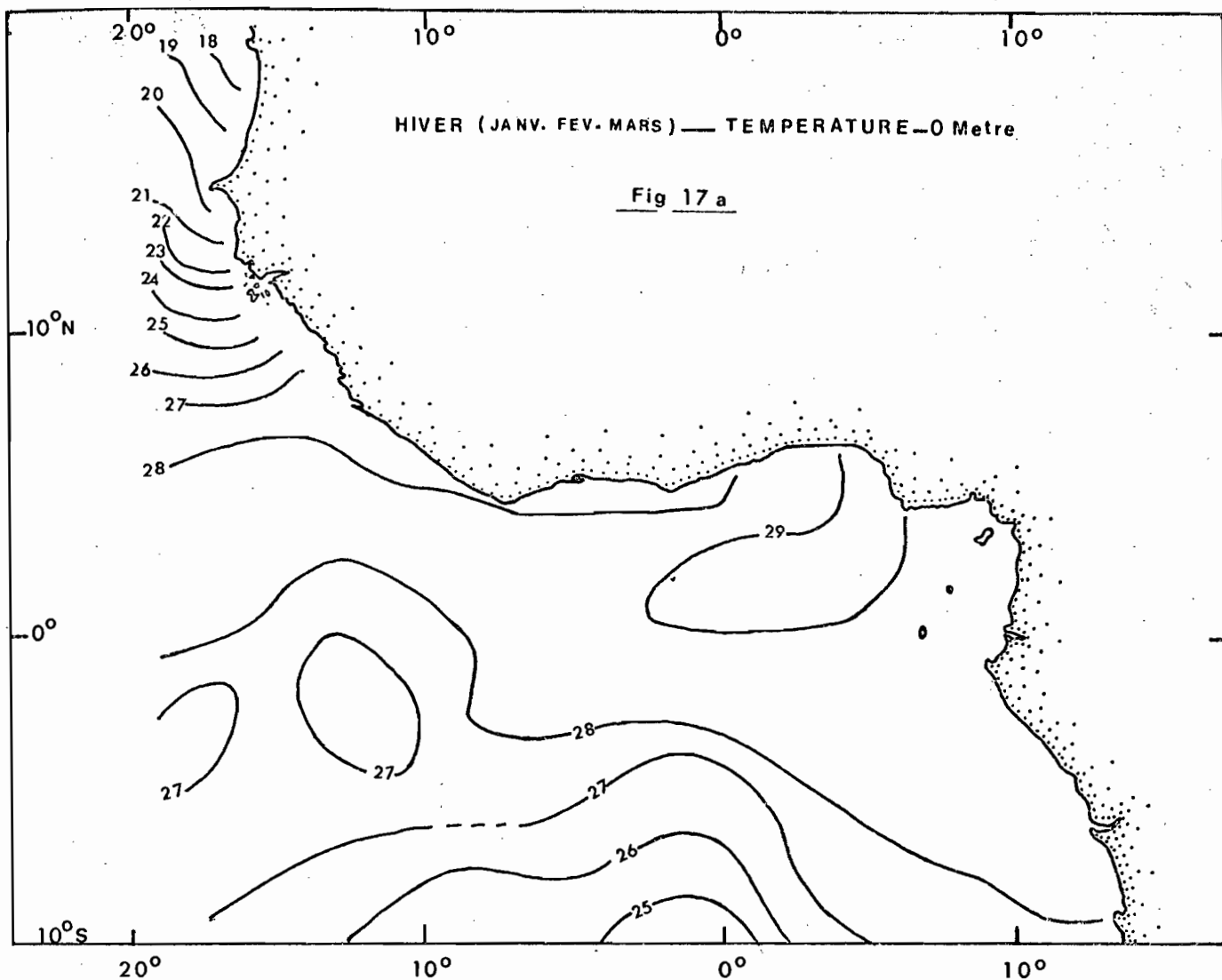
- 91% de ces larves ont été capturées dans des eaux de température supérieure à 28°,
- près de 88% l'ont été dans des eaux de salinité comprise entre 33 et 34,3 ‰,
- 67% de ces larves ont été capturées dans un intervalle de température compris entre 28 et 29,5° et de salinité entre 33 et 34,3‰.

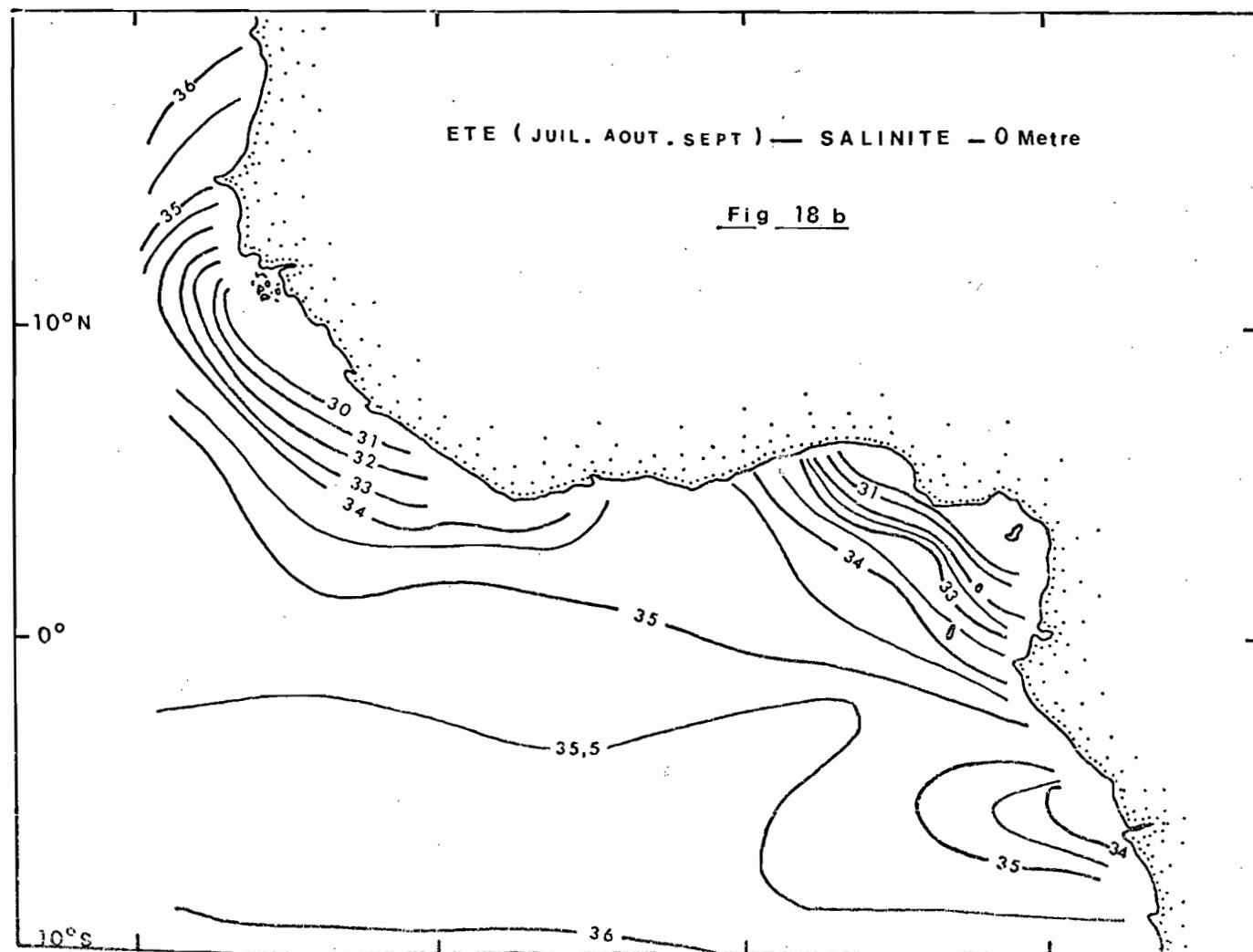
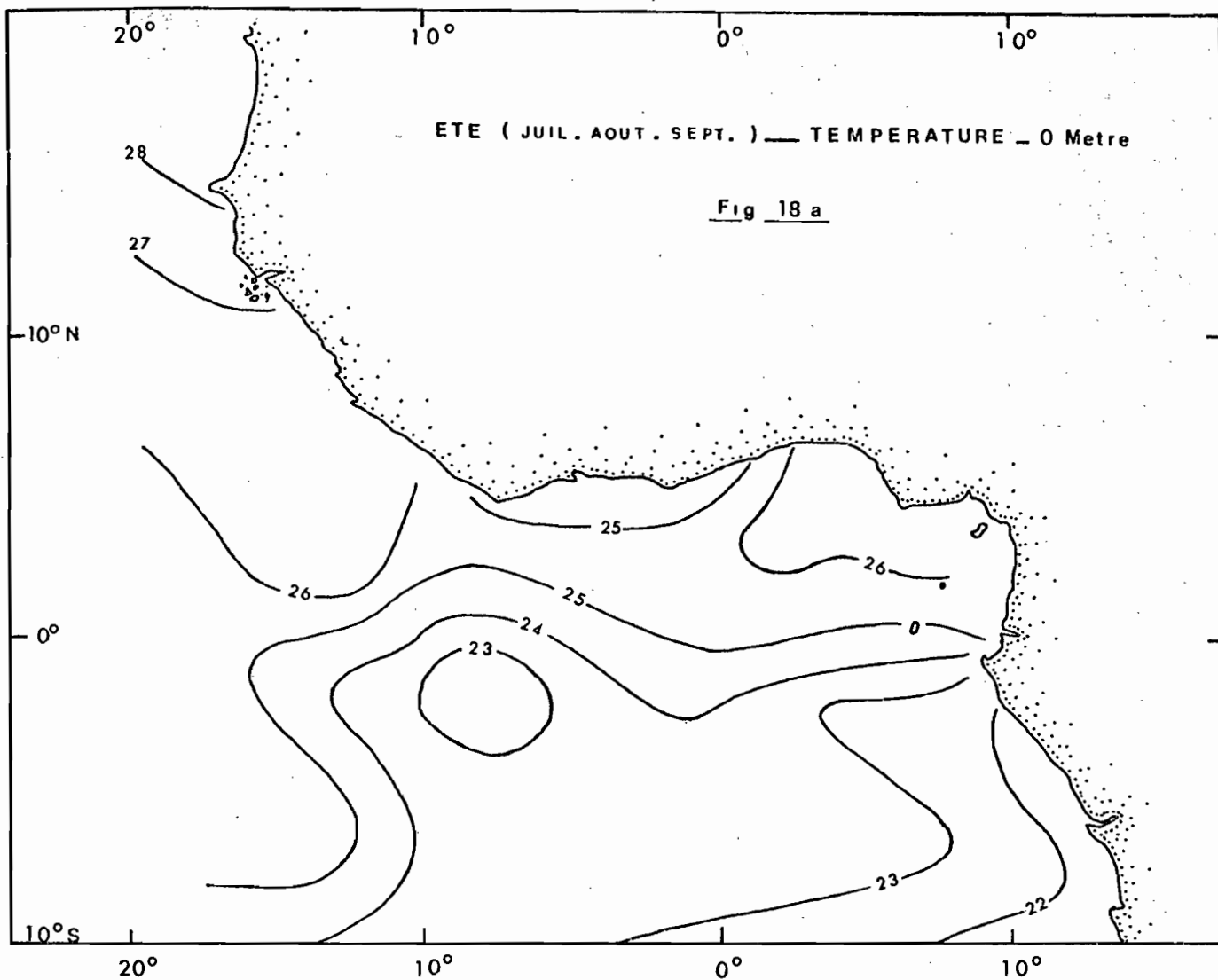
De même KLAWE and al. (1970) constatent un accroissement net de la proportion de traits contenant des larves d'albacore aux stations pour lesquelles la température de surface dépasse 26 ou 27°. HISADA (1973) note le même phénomène.

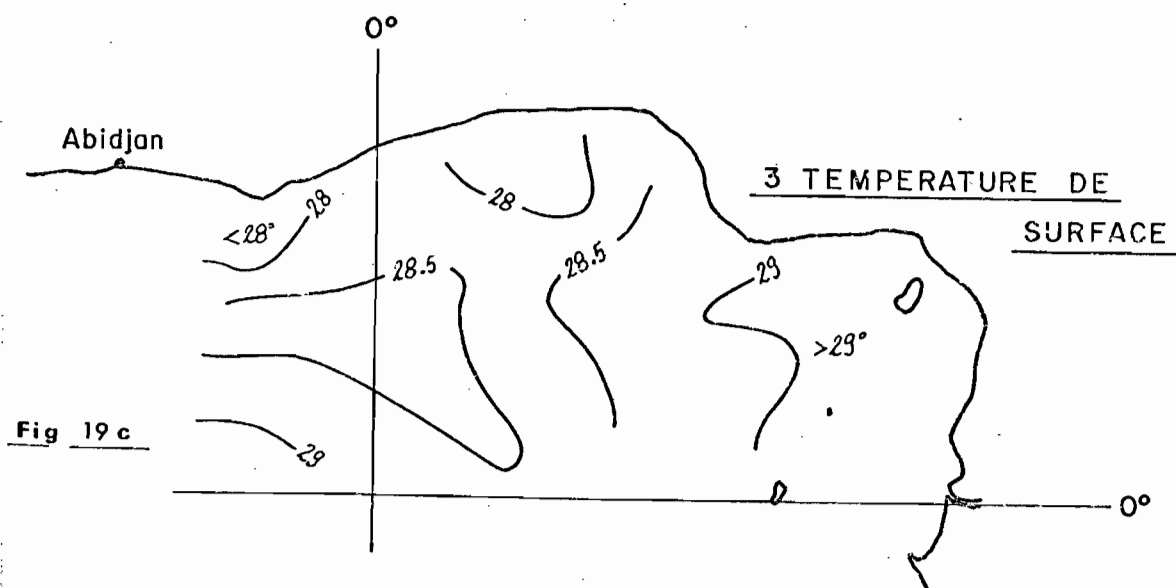
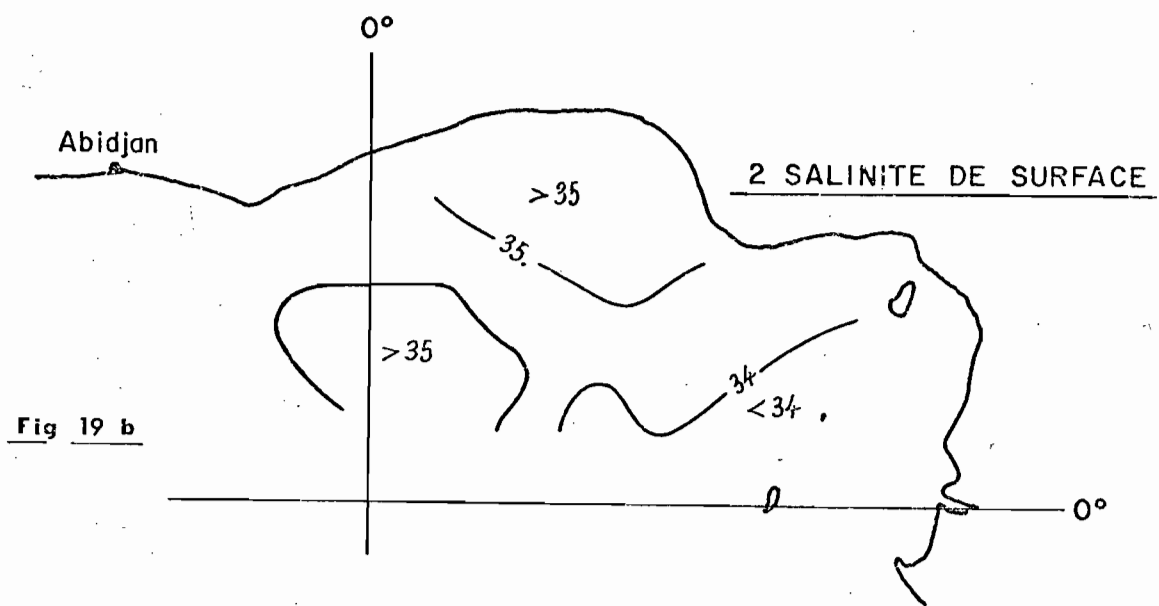
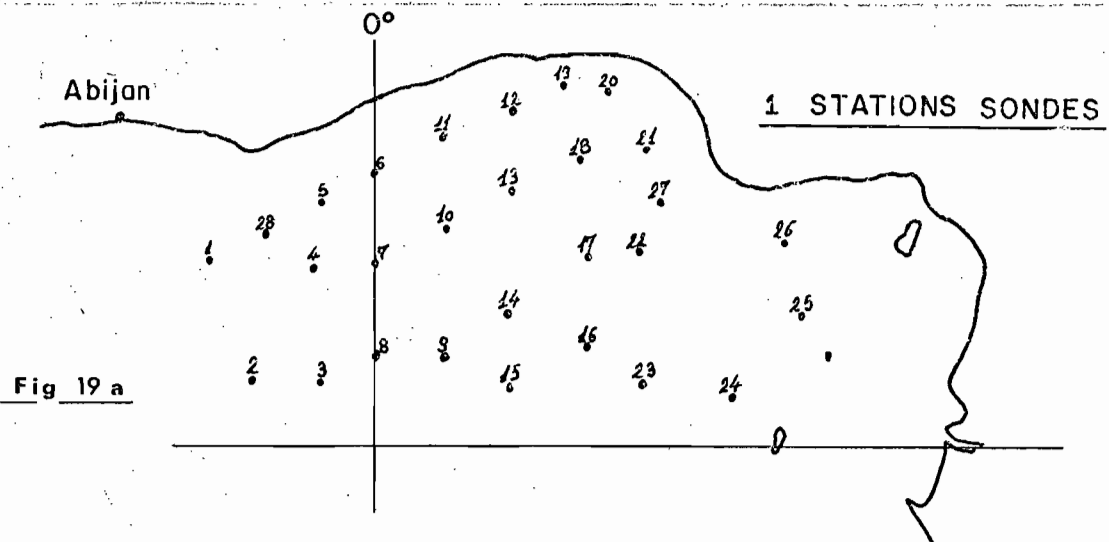
Les figures 19 a, b, c (HISARD, communication personnelle) montrent que les conditions de température et de salinité rencontrées par le N/O CAPRICORNE en janvier 1976 lors de sa campagne de prospection "larves de thons" correspondent parfaitement à celles caractérisant les eaux "favorables" aux fortes concentrations de larves d'albacore. Celles-ci correspondent, d'après CHAMPAGNAT (1975) qui se réfère aux travaux de BERRIT (1961, 1962), aux eaux "guinéennes" chaudes et dessalées existant en permanence au large de la Guinée, de la Sierra Leone et du Liberia ainsi qu'en baie de Biafra. Le secteur sénégal-Mauritanie-Iles du Cap Vert présente pendant les mois d'été des conditions analogues qui coïncident avec la période de reproduction estimée par POSTEL (1955) (juin-juillet), de même le secteur angolais pour lequel les quelques échantillons que nous avons étudiés montraient une activité de ponte pendant le premier trimestre, correspondant à la présence des eaux chaudes et dessalées.

On peut sans pour autant établir de relation directe, remarquer la coïncidence répétée de conditions hydrologiques particulières et de l'activité de reproduction chez l'albacore.

(1) D'après MERLE (J.) sous presse.







Campagnes larves de thons CAP 7601 du N/O Capricorne. 1/1976

IV.3 CONCLUSIONS

La région étudiée de la façon la plus large et la plus régulière dans ce travail, c'est à dire le "fond" du Golfe de Guinée (zones 1 00 00 et 2 00 00, figure 3) constitue bien une aire de ponte de l'albacore de l'océan Atlantique. Elle est, sans doute, la plus importante dans l'Atlantique de l'est par son extension géographique, la quantité de gros reproducteurs qui s'y réunissent, l'intensité de la ponte qui y a lieu lors du premier trimestre et la durée des conditions de température et de salinité qui paraissent favorables à une reproduction active. La région située au large d'une ligne Freetown-Monrovia pour laquelle nous avons recueilli quelques données semble être une petite zone de ponte où la période d'activité sexuelle correspond grossièrement à celle de la zone principale.

Lors de la réunion d'un groupe d'étude thon à Abidjan (13-18 mai 1974) (1), il a été rappelé la faiblesse de la classe 68 et les températures relativement froides de la zone de reproduction présumée de janvier à mars 1968, ainsi que la présence de deux recrutements bien distincts observés à Pointe-Noire en 1969 qui permettaient de penser que la période froide avait coupé en deux la saison favorable. Peut-être y-a-t-il là moyen de pouvoir mieux connaître par la "qualité" des conditions hydrologiques de la saison favorable et par son étendue spatio-temporelle, l'importance de la classe de l'année correspondante.

(1) N° 1024/74 O.R.S.T.O.M. - C.R.O. Abidjan Côte d'Ivoire.

V STRUCTURE DE L'OVAIRE - FREQUENCE DES PONTES

Les mensurations d'ovocytes ont été utilisées comme méthode d'étude de la structure de l'ovaire en relation avec le cycle sexuel pour l'albacore de l'océan Pacifique, d'abord par JUNE (1953), par BUNAG (1956), par SCHAEFER et ORANGE (1956), puis par JOSEPH (1963). Pour l'océan Atlantique cette méthode a été reprise par DA FRANCA (1959) pour les thons de l'Angola et par ZHAROV (1966). Ces dernières études portent malheureusement sur des données insuffisantes en nombre (20 femelles chez ZHAROV) ou incomplètes, ainsi chez DA FRANCA, il n'y a pas d'ovocytes de diamètre supérieur à 200 microns, ce qui, nous le verrons, ne peut lui permettre d'appréhender la totalité du phénomène de la maturation ovarienne.

V.1 METHODE D'ETUDE

Les deux ovaires de chaque femelle sont pesés (au gramme près). Un échantillon de 0,50 g pesé à 0,01 g près, prélevé à l'aide d'un scalpel et d'une paire de ciseaux fins, est immédiatement placé, avec sa référence, dans un pilulier contenant du liquide de Gilson (SIMPSON, 1951).

Composition du liquide de Gilson :

- 100 ml d'alcool éthylique 60°
- 880 ml d'eau
- 15 ml d'acide nitrique
- 9 ml d'acide acétique glacial
- 20 g de chlorure mercurique.

Afin d'en améliorer la vitesse d'action, nous avons légèrement augmenté la concentration en acide acétique glacial (15 ml). Lors des prélèvements, ni l'ovaire entier, ni l'échantillon ne sont égouttés ni essorés.

Après un séjour dans le liquide de Gilson, d'une durée variable de un à quatre ou même cinq mois, le stroma ovarien est "dissous", permettant de ne recueillir que les ovocytes.

Le temps d'action du liquide de Gilson s'est révélé être fonction de deux éléments :

- L'état de maturité sexuelle de l'ovaire dont provient l'échantillon à traiter. Les ovaires proches de la maturité sexuelle se dissocient beaucoup plus facilement et rapidement sous l'action du "Gilson" que ceux, plus compacts, qui sont à un stade moins avancé de leur maturation.

- L'agitation du pilulier contenant l'échantillon : la période nécessaire à la complète libération des ovocytes peut être considérablement raccourcie par des agitations fréquentes et vigoureuses des piluliers. Il a ainsi été possible de mesurer et compter des ovocytes provenant d'un fragment d'ovaire placé dans le liquide de Gilson à peine un mois auparavant, grâce à des agitations quotidiennes de leurs piluliers. Quelques semaines suffiraient avec un système d'agitation permanente sur plaque mécanique par exemple.

Lorsque les ovocytes bien individualisés sont déposés dans le fond du pilulier, les ovocytes du stock général sont éliminés par filtration ; notre filtre était constitué par un morceau de filet à plancton de 200 microns de vide de maille. Le seuil de 200 microns a été déterminé par l'examen des distributions de fréquence des ovocytes à l'intérieur de l'ovaire présentées notamment par ZHAROV (1966) et BUNAG (1956), ainsi que par nos propres observations. Pour chaque gonade, nous avons mesuré deux à trois cents de ces ovocytes d'un diamètre supérieur à 200 microns ayant commencé leur vitellogénèse et que l'on peut considérer comme en voie de maturation. Les distributions de fréquence des diamètres ont été établies pour des classes de 25 microns.

Deux techniques ont été essayées pour effectuer ces mesures :

- Suivant la méthode classique, à la loupe binoculaire, grâce à un micromètre oculaire,

- Le lecteur d'écailles, appareil normalement destiné, comme son nom l'indique, à "lire" les marques de croissance sur les écailles et qui projette sur un écran de verre dépoli une image grossie (dix, vingt ou cinquante fois) de l'échantillon placé sur la platine mobile permettant d'ef-

fectuer ainsi mesures et comptages des ovocytes. Cette dernière méthode est de loin la plus rapide et surtout la moins fastidieuse, elle a donc été adoptée et a permis d'obtenir une grande quantité de résultats.

Dans le cas d'ovocytes non parfaitement sphériques, le diamètre moyen est calculé pour chacun :

$$\text{diamètre moyen} : \frac{\text{diamètre maximum} + \text{diamètre minimum}}{2}$$

Nous avons vérifié en faisant effectuer les mensurations d'ovocytes d'un même échantillon par plusieurs personnes, que les résultats n'étaient pas sensiblement altérés par un changement d'opérateur.

V.2 EFFETS DU LIQUIDE DE GILSON SUR LA TAILLE DES OVOCYTES

Le liquide de Gilson présente sur les autres milieux de fixation et de conservation l'avantage, fort appréciable dans une étude de ce type, d'avoir une action double :

- Il assure la conservation des ovocytes même à longue échéance,
- Il opère une ségrégation parfaite, aboutissant à la libération des ovocytes par "digestion" du stroma ovarien.

Il a cependant un inconvénient dont il faut être averti : son action rétrécissante, déjà signalée par SCHAEFER et ORANGE (1956), JOSEPH (1963), STEQUERT (1975) et qui lui fait parfois préférer le formol à différentes dilutions: JUNE (1953), YUEN (1953), YOSHIDA (1964), FONTANA et LE GEN (1969), FONTANA et PLANET (1973), FONTANA (1969), BUNAG (1956). Afin d'évaluer l'importance de réduction de taille occasionnée par le séjour dans le liquide de Gilson, nous avons pour onze femelles, établi les distributions de fréquence des ovocytes frais et ayant séjournés dans le "Gilson". Pour chacune d'entre elles, deux prélèvements de 0,5 g ont été faits exactement dans la même zone ovarienne. L'un a été placé dans le liquide de Gilson, l'autre a été immédiatement traité et les ovocytes mesurés frais, après qu'ils aient été détachés un à un au moyen de deux aiguilles à dissection.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau V et la figure 20. Nous avons considéré les variations de valeur modale des groupes les plus avancés, mais aussi celles des modes suivants. Les résultats concernant le premier groupe modal (ovocytes venant "d'émerger" du stock général) ne sont pas très cohérents. A cause de la rétraction due au liquide de Gilson, les modes ont tendance à se rapprocher et dans les petites tailles, à se confondre. Le tableau V montre que la réduction du diamètre moyen des ovocytes du mode le plus avancé (ovocytes en maturation avancée ou en pré-ponte) est de l'ordre de 25% pour un séjour de trois mois environ dans le liquide de Gilson. Il est intéressant de comparer ce coefficient avec celui que l'on peut calculer à partir des données publiées par SCHAEFER et ORANGE (1956) et portant sur 106 ovules mesurés frais, puis après un séjour dans le "Gilson" : le rapport du diamètre frais au diamètre mesuré après séjour dans le "Gilson" est de 0,76 soit un taux de réduction également très proche de 25%. JOSEPH (1963) signale également un coefficient de réduction de 24%.

La réduction pour les ovocytes de plus petites tailles est relativement moindre, 20% en moyenne pour les ovocytes du second groupe modal.

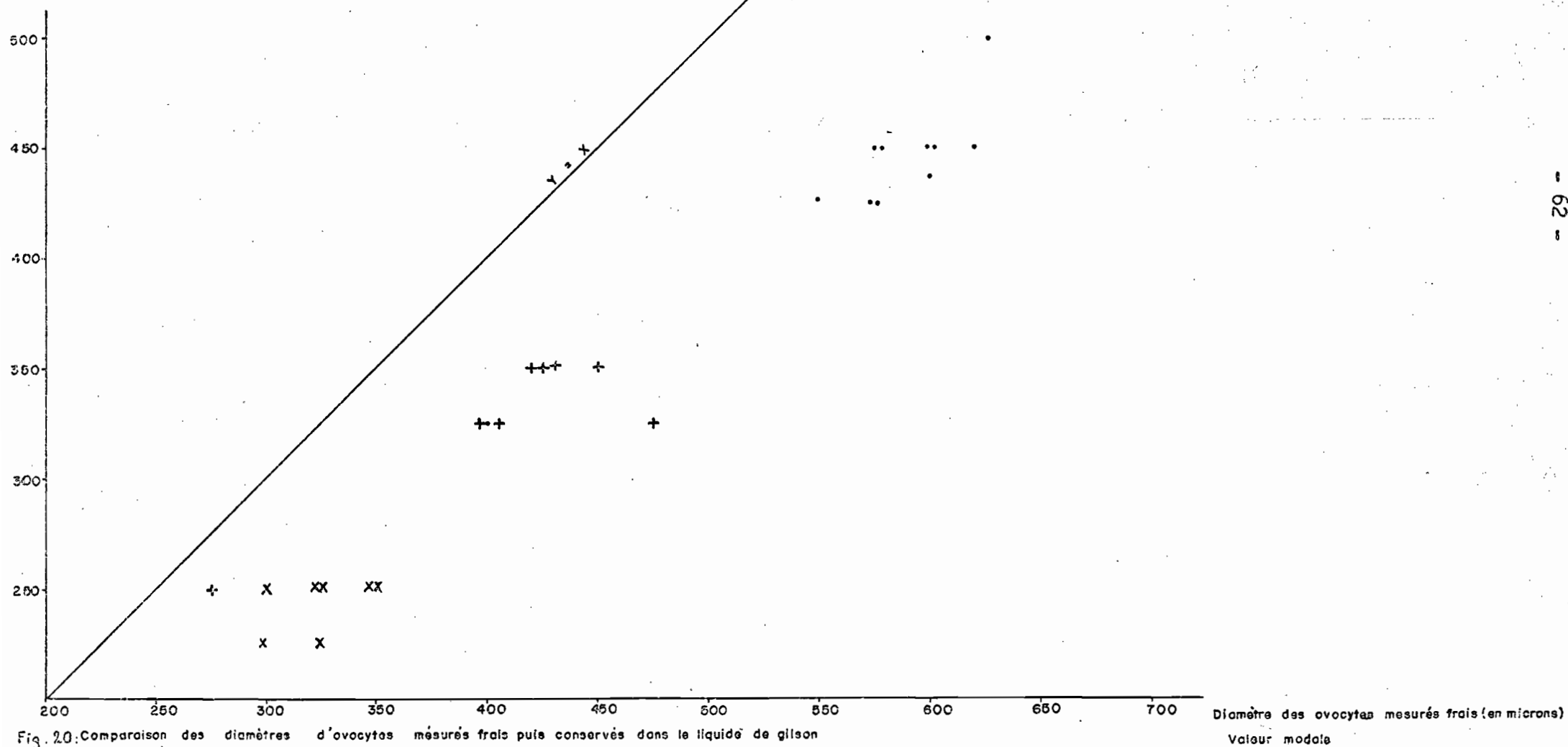
L'action du "Gilson" est très sensible dans les premiers temps de la conservation, mais tend à devenir nulle pour un séjour de longue durée. STEQUERT (1975) remarque qu'entre quinze jours et un mois, il n'y a pratiquement plus de variation dans les diamètres. On peut admettre qu'après un mois à un mois et demi de séjour dans le liquide, l'action de celui-ci sur le diamètre des ovocytes devient nulle. Les taux de réduction donnés précédemment, peuvent donc être considérés comme ne devant plus varier dans le temps.

Des ovules à complète maturité ou des "oeufs" frais pondus peuvent, à notre avis, subir une réduction encore plus importante. En effet, nous avons constaté lors d'une étude sur la reproduction d'un clupéidé très répandu en Afrique de l'ouest, l'ethmalose (Ethmalosa fimbriata) (ALBARET et GERLOTTO, 1976), que la réduction de diamètre des ovules conservés dans le liquide de Gilson était de 33%. L'importance de ce coefficient peut expliquer l'absence, dans nos mensurations et celles de nombreux auteurs, d'ovocytes d'un diamètre supérieur à 600 ou 650 microns. Le liquide de Gilson tend donc à rapprocher les groupes modaux dans la distribution de fréquence des ovocytes

Valeur modale du groupe d'ovocytes le plus avancé		
I : Ovocytes mesurés frais	II : ovocytes mesurés après conservation ds le "Gilson"	II/I
575	450	0,78
550	425	0,77
600	450	0,75
620	450	0,73
575	425	0,74
600	450	0,75
575	425	0,74
400	325	0,81
600	450	0,75
575	450	0,78
625	500	0,80
m = 0,76 s = 0,03		
Valeur modale du deuxième mode		
I	II	II/I
400	325	0,81
400	325	0,81
425	350	0,82
425	350	0,82
425	350	0,82
275	250	0,91
450	350	0,78
475	325	0,68
m = 0,81 s = 0,06		
Valeur modale du troisième groupe		
I	II	II/I
300	225	0,75
325	225	0,69
350	250	0,71
350	250	0,71
325	250	
325	250	0,77
300	250	0,83
		m = 0,75 s = 0,05

TABLEAU V : EFFETS DU LIQUIDE DE GILSON SUR LES OVOCYTES.

Diamètre des ovocytes conservés dans le liquide de gilson (en microns)



(fig. 21). Cela n'affecte en rien le calcul de la fécondité qui s'opère sur le dernier mode (ovocytes qui seront émis lors de la prochaine ponte) car celui-ci est généralement nettement détaché des précédents ; ces derniers sont parfois plus délicats à distinguer les uns des autres, aussi convient-il d'effectuer les mensurations avec une grande précision.

V.3 REPRESENTATIVITE DE L'ECHANTILLON - REPARTITION DES OVOCYTES DANS L'OVAIRE

V.3.1 Méthode.

Nos premiers résultats (ALBARET, 1975) semblaient montrer, en accord avec divers auteurs dont YOSHIDA (1966) et JUNE (1953), que dans la grande majorité des cas, il n'existe pas de différences notables entre les diverses régions de l'ovaire en maturation avancée et que les ovocytes sont disposés au hasard. Nous l'avons vérifié de manière plus rigoureuse sur un certain nombre d'échantillons. Pour cela l'ovaire est divisé en trois zones : antérieure, moyenne et postérieure (respectivement A, B et C sur la figure 22). On distingue dans chacune d'elles une partie interne et une externe. Un échantillon de 0,5 g est prélevé dans chacune de ces six régions et immédiatement placé dans un pilulier rempli de liquide de Gilson. Après action de celui-ci, les ovocytes de chaque échantillon sont mesurés et comptés. La comparaison des distributions de fréquence des ovocytes dans les six zones doit permettre, le cas échéant, la mise en évidence d'un quelconque gradient de maturation des ovocytes, gradient horizontal (antéro-postérieur) ou vertical (centripète).

V.3.2 Résultats et discussion.

- Aux stades de maturité avancée.

Les six histogrammes de la figure 23 montrent clairement que les distributions des diamètres moyens des ovocytes entrés en maturation (supérieurs à 200 microns) sont similaires en tout point d'un ovaire et que les valeurs modales sont les mêmes en ce qui concerne les deux groupes les plus avancés tout au moins. On peut donc admettre qu'un échantillon prélevé

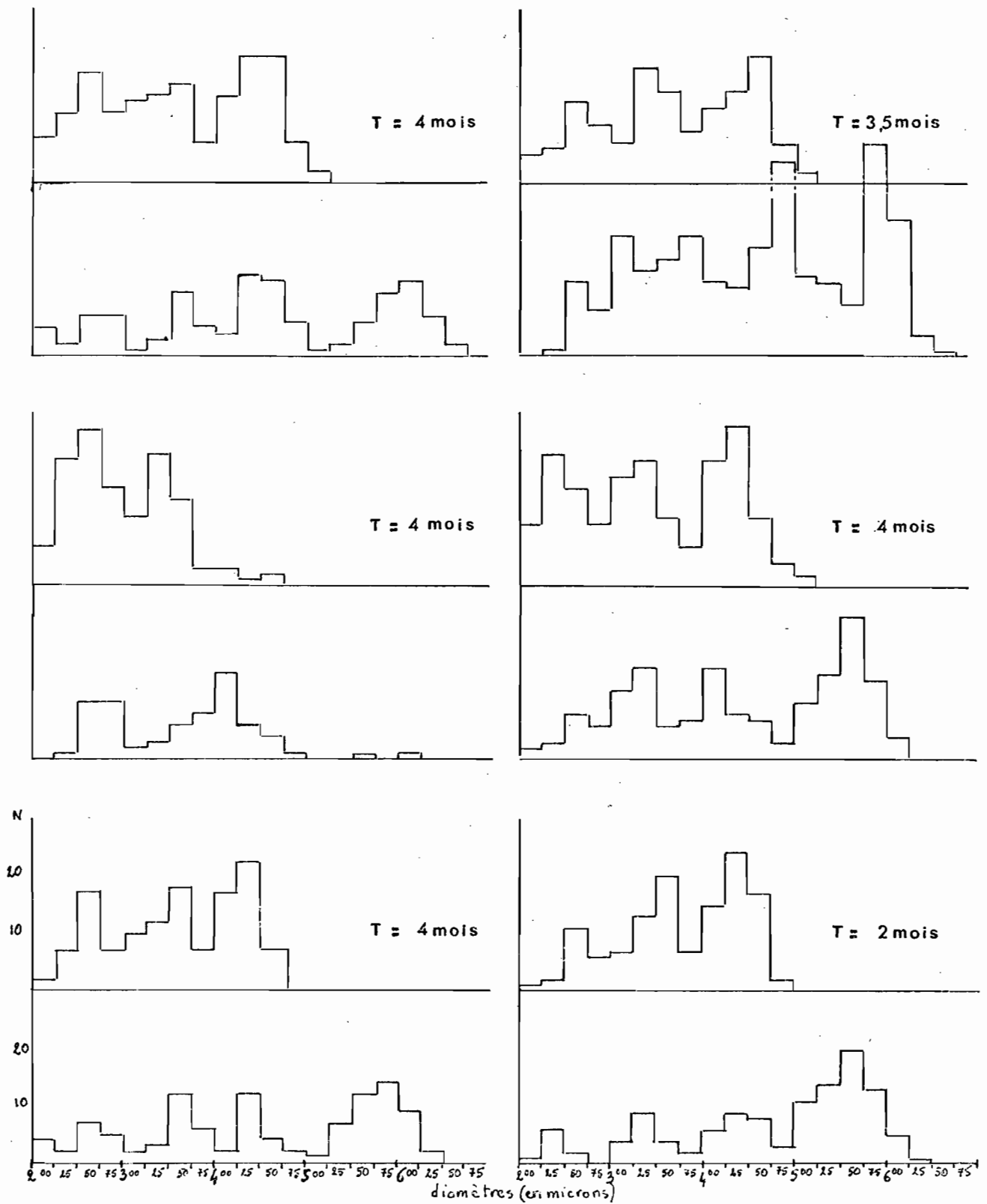


Figure 21 : Comparaison des distributions de fréquence des diamètres d'ovocytes avant et après l'action du liquide de Gilson

histogramme du bas : avant

" " haut : après

T : durée du séjour

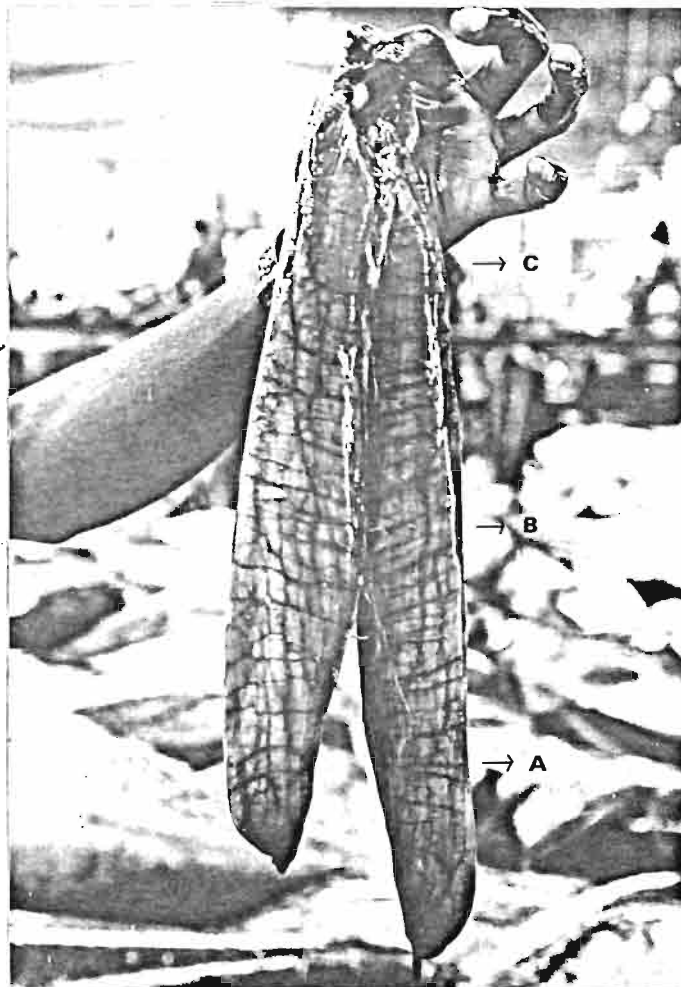
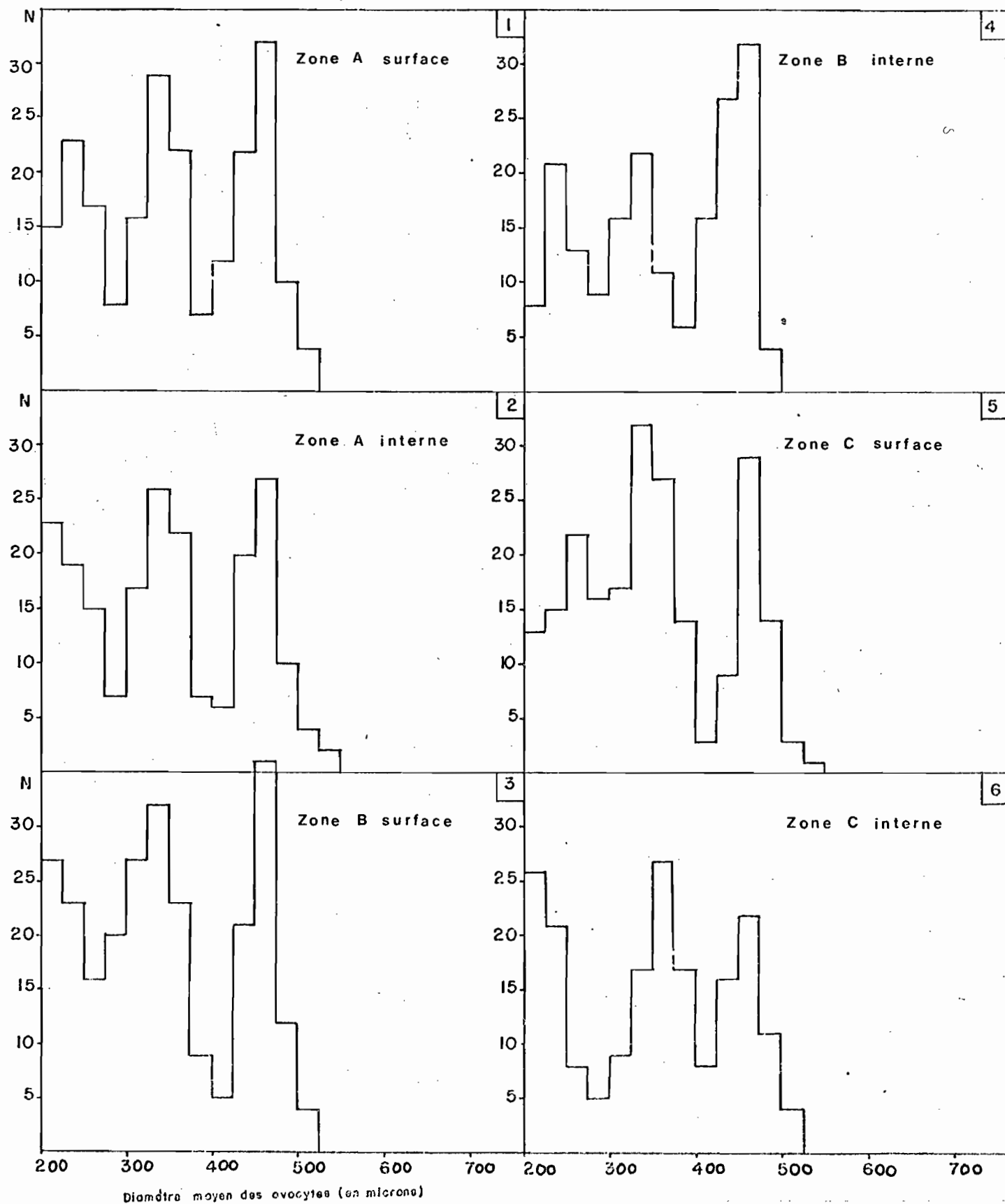


Figure 22 : Zones utilisées pour étudier la répartition des ovocytes au sein de l'ovaire (stade IV₁).

Figure 23 **Distribution de fréquence des diamètres des ovocytes**
dans un ovaire du stade IV₁



en n'importe quel point des deux ovaires (car nous avons également vérifié la similitude de l'état sexuel des ovaires droit et gauche) est représentatif de l'ensemble de la gonade.

- Aux stades du début de la maturation.

Le tableau VI montre que s'il ne semble pas y avoir de gradient dans la disposition des ovocytes dans les ovaires des stades de maturité avancée, on ne peut par contre l'affirmer pour des ovaires en début de maturation, l'hétérogénéité et le petit nombre de données concernant ce derniers ne permettant pas d'avancer d'hypothèse en ce domaine.

V.4 RESULTATS OBTENUS PAR L'ETUDE DES MENSURATIONS D'OVOCYTES

V.4.1 Mode de présentation des résultats.

292 gonades ont été échantillonnées suivant la méthode décrite et pour chacune a été établie une fiche individuelle (Annexe II) regroupant toutes les informations la concernant et un histogramme de la distribution de fréquence des ovocytes. Les ovaires appartenant à un même stade de l'échelle de maturation ne sont pas exactement au même degré de maturation. Afin de leur conserver leurs particularités, nous n'avons pas combiné les mensurations d'ovocytes provenant de plusieurs ovaires au même stade de développement.

V.4.2 Distribution de fréquence des ovocytes dans l'ovaire et stade sexuel.

L'étude des distributions de fréquence des ovocytes et ovules intra-ovariens permet la distinction de plusieurs stades de maturation caractérisés par le nombre des modes et leurs positions, en particulier la position du plus avancé. Cette étude de l'évolution de la structure de l'ovaire confirme la validité des stades sexuels précédemment mis en évidence par l'examen macroscopique des ovaires (fig. 24).

V.4.3 Pontes multiples.

Les histogrammes construits à partir des mensurations d'ovocytes

Zone de l'ovaire	F/g	NT/g	Diamètre modal	G.I.	Stade
A interne	4 660	11 448	0,450	36,21	IV ₁
A surface	4 564	11 088	0,450		
B interne	4 744	11 862	0,450		
B surface	4 604	11 916	0,450		
C interne	5 296	11 652	0,450		
C surface	3 641	10 288	0,450		
A			0,500	33,10	IV ₁
B			0,500		
C			0,500		
A			0,480	36,09	IV ₁
B			0,500		
C			0,480		
B	indéterminable 270	12 800	0,320	22,90	III
C		11 600	0,440		
B interne	3 628	16 599	0,460	30,28	III - IV ₁
C interne	4 600	19 341	0,460		
A surface	3 028	14 828	0,440		
C surface	3 168	15 942	0,440		
A	1 200	12 700	0,400	27,20	III
B	1 737	16 772	0,400		
C	1 600		0,440		
A	32	2 632	0,250	12,90	II
B	0	2 304	0,250		
A	106	908	0,275	19,10	II - III
B	1 351	4 122	0,350		
C interne	1 296	4 220	0,325		
C surface	1 004	3 900	0,300		
A	3 628	8 082	0,440	24,88	III
B			0,440		
C			0,475		

TABLEAU VI : COMPTAGES ET MENSURATIONS D'OVOCYTES EN DIVERS POINTS
D'OVAIRES A DIVERS STADES DE MATURITE.

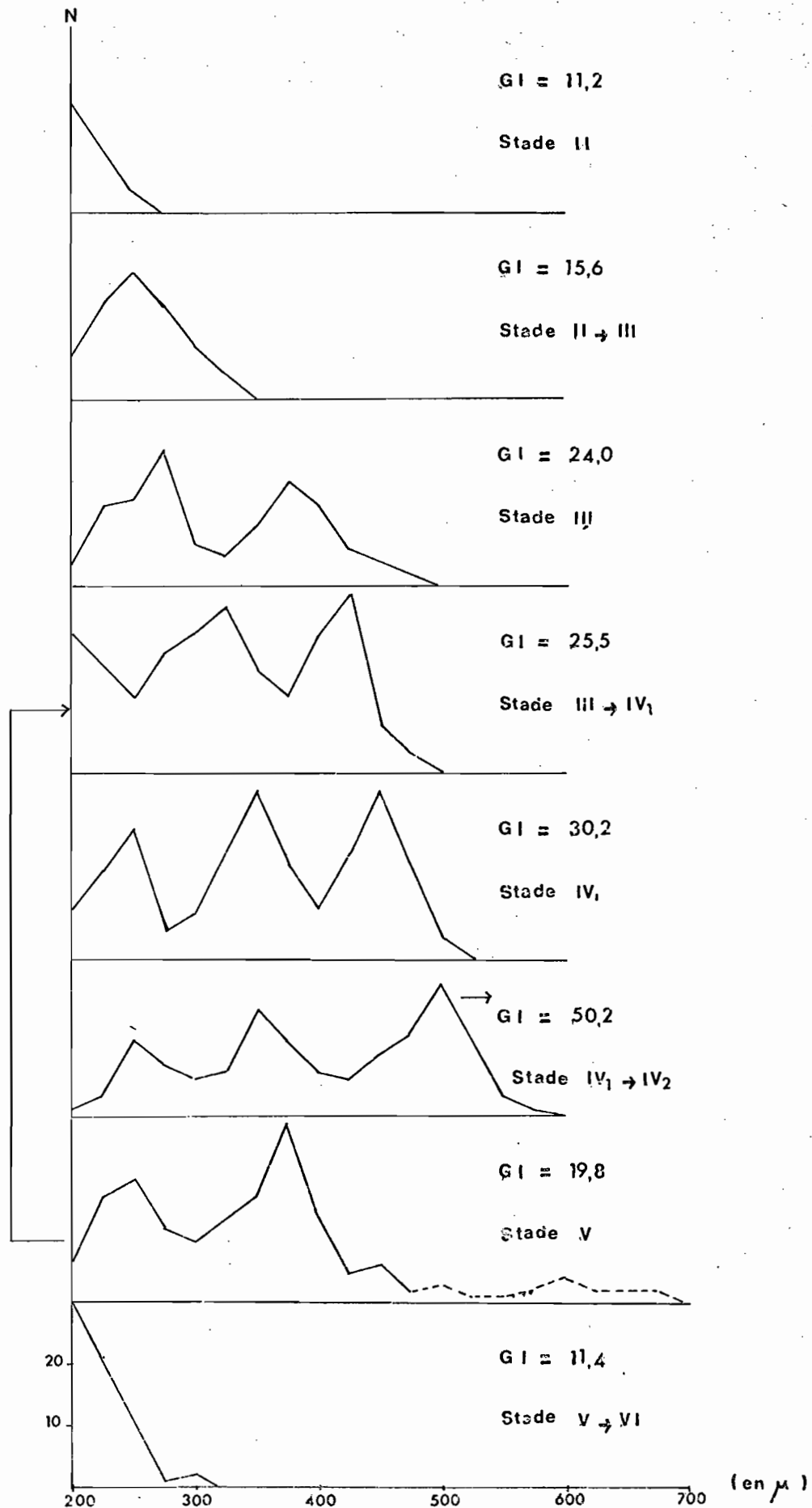


Figure 24 : Distribution de fréquence des diamètres des ovocytes aux différents stades de maturation

montrent, en outre, et de façon évidente que :

- la distribution de fréquence des ovocytes dans un ovaire en période d'activité sexuelle est de type plurimodal (fig.21, 24 et 29),
- le nombre de groupe d'ovocytes pour les ovaires ayant atteint un stade de maturité avancé (stades IV₁ et IV₂) et présentant un rapport gonado-somatique élevé est en général au maximum de trois dans nos observations, le mode le plus avancé (correspondant aux ovocytes qui seront expulsés à la prochaine ponte) étant nettement individualisé.

Une distribution de fréquence de type plurimodal ainsi que la présence occasionnelle d'ovocytes atrésiques semblent indiquer l'existence de plusieurs pontes successives au cours d'une même saison de ponte.

V.4.4 Taille des oeufs.

L'absence dans un échantillon, d'ovaires contenant des ovocytes dont le diamètre moyen est supérieur à 600 microns et la position modale du dernier groupe d'ovocytes (de 450 à 550 microns en général) semblent indiquer un désaccord avec la taille généralement admise qui est d'environ un millimètre de diamètre (ZHAROV 1966, JUNE 1953, SCHAEFER et ORANGE 1956, BUNAG 1956). Plusieurs points peuvent concourir à expliquer ces faits :

- l'action du liquide de Gilson qui, rappelons le, diminue de 25% le diamètre des ovocytes en maturation avancée (stade IV₁) et peut-être plus encore celui des ovules lors de la ponte. Les ovocytes du stade IV₁ mesurés frais (fig. 21) atteignent 625 à 650 microns,
- c'est lors du stade IV₂ (ponte) que l'ovule subit un brusque et important accroissement de taille par pénétration d'eau (ZHAROV, 1966),
- l'extrême rareté, dans les échantillons, des individus femelles au stade IV₂, fait signalé par pratiquement tous les auteurs qui se sont intéressés à la ponte des Scombridae.

La pénétration d'eau, l'accroissement de taille et l'expulsion semblent se dérouler très rapidement : "au moins considérablement plus vite que le processus d'accumulation du vitellus" (ZHAROV, 1966). Il semble donc normal que ce stade très fugace apparaisse peu dans les échantillons. Le "stress" provoqué par la capture, l'action mécanique des congénères tassés contre ses flancs dans la senne ou dans la cale peuvent de plus provoquer

l'émission prématurée des ovules. Des pêcheurs nous ont signalé que fréquemment des femelles "grainées" perdaient au moins une partie importante de leurs oeufs, sur le pont du bateau.

V.4.5 Evolution du diamètre modal du lot d'ovocytes le plus avancé en fonction du rapport gonado-somatique.

La valeur modale du diamètre des ovocytes appartenant au groupe le plus avancé a été déterminée pour de nombreux ovaires. L'évolution de ce diamètre en fonction du G.I. est représentée sur la figure 25. L'accroissement est net et rapide pour des valeurs du gonad-index inférieures à 25, il ralentit et se stabilise pour des valeurs supérieures. Tous les ovaires ne présentant pas dans la distribution de fréquence une valeur modale supérieure à 200 microns (et qui ne figurent donc pas sur la figure 24) correspondent, à de rares exceptions près, à des gonad-index inférieurs ou égaux à 10.

SCHAEFER et ORANGE (1956) trouvent une relation linéaire entre le diamètre modal des ovocytes et le gonad-index. Ils en concluent que le diamètre des ovocytes peut être estimé à partir du G.I.. Cela est peut-être vrai dans la limite de leurs observations, mais leurs données correspondent à des G.I. inférieurs à 20. La figure 25 montre que l'on peut effectivement envisager de tracer une droite jusqu'à ce niveau, mais qu'ensuite, pour des valeurs plus grandes du G.I. (pour des individus à un stade de maturité plus avancé), il semble difficile de déterminer la valeur modale des diamètres des ovocytes dont la maturation est plus avancée dans l'ovaire à partir du gonad-index.

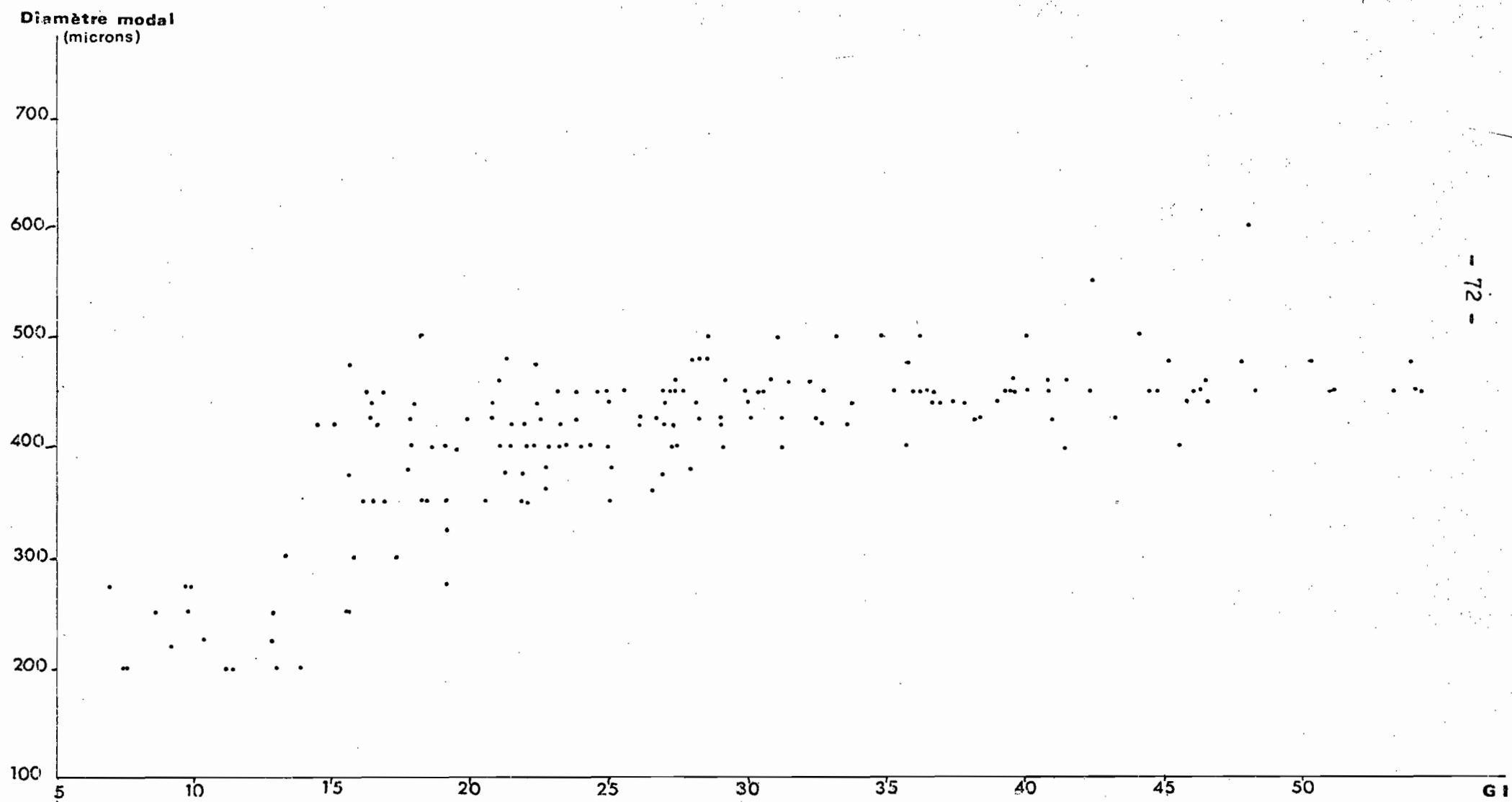


Fig 25 : Evolution du diamètre modal du dernier groupe d'ovocytes en fonction du gonad_index

VI FECONDITE

L'intérêt qu'il y a à déterminer, même de manière approchée, la fécondité d'une espèce, est démontré par le nombre de travaux publiés à ce sujet. Cet intérêt est ancien (FULTON T.W., 1891) et a tout naturellement porté sur des espèces dont l'exploitation pouvait être de quelque intérêt économique. C'est ainsi que furent faites, entre autres, des études sur la fécondité :

- du hareng : FARRAN (1938), HOLLIDAY (1958), BURD et HOWLETT (1974) etc ...,

- de la plie : BUCHANAN-WOLLASTON (1923), FRANZ (1910 a, 1910 b), SIMPSON (1951) etc ...,

- d'espèces tropicales comme les sardinelles (Sardinella eba et Sardinella aurita), FONTANA et PIANET 1973 ; les "bossus" (Pseudotolithus elongatus), FONTANA et LE GUEN 1969 ; l'ethmalose (Ethmalosa fimbriata), ALBARET et GERLOTTO 1976 ; le tassergal (Pomatomus saltatrix), CONAN 1975.

La fécondité des thons enfin a également été largement étudiée : pour le listao par JOSEPH (1963), YOSHIDA (1964), SIMMONS (1969), YANG (1971), BATTS (1972), STEQUERT (1975) ; pour l'albacore, les études sont plus rares : JUNE (1953), JOSEPH (1963) dans l'océan Pacifique, dans l'océan Atlantique ZHAROV (1966) a compté, pour cinq femelles, le nombre d'ovocytes du groupe le plus avancé, ses résultats qui, par ailleurs, concordent avec les nôtres, nous ont paru en nombre insuffisant.

Cette absence de données, en particulier en ce qui concerne l'océan Atlantique, justifie l'étude suivante.

VI.1 DEFINITION

La ponte étant fractionnée chez l'albacore, une estimation de la fécondité F est donnée par le nombre N d'ovocytes dont les diamètres consti-

tuent la distribution modale la plus avancée et qui correspond au nombre d'oeufs émis pendant une ponte. La fécondité réelle serait obtenue en multipliant F par le nombre n de pontes (FONTANA et LE GUEN).

VI.2 METHODE D'ETUDE

Après avoir mesuré 200 à 300 ovocytes de l'échantillon et obtenu de cette manière, une "image" de la structure de l'ovaire (cf. chapitre précédent), les ovocytes qui constituent le groupe le plus avancé de la distribution de fréquence sont dénombrés au lecteur d'échelles dans une cuve de Dollfus. Le nombre NT total d'ovocytes en voie de maturation (dont le diamètre est supérieur ou égal à 200 microns) est également noté.

La fécondité nous est alors donnée par la formule :

$$F = \frac{no \times PG}{P}$$

no = nombre d'ovocytes constituant le groupe modal le plus avancé, comptés dans l'échantillon.
PG = poids de la gonade en grammes.
P = poids de l'échantillon en grammes.

et NT, nombre total d'ovocytes en voie de maturation par :

$$NT = \frac{nt \times PG}{P}$$

nt = nombre d'ovocytes dont le diamètre est supérieur ou égal à 200 microns dans l'échantillon.

ZHAROV (1966) signale le danger d'appliquer cette méthode à des individus de stade V (ripe) (équivalent à notre stade IV₂), danger résidant dans les risques de perte d'oeufs lors de la capture et des manipulations sur le bateau. Il convient donc d'écarter les individus, assez rares nous l'avons vu, arrivés à ce stade de maturité afin de ne pas sous-estimer la fécondité.

VI.3 REPARTITION NUMERIQUE DES OVOCYTES DANS LES DIFFERENTES ZONES DE L'OVAIRE

Nous avons vérifié, au chapitre précédent, que la distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes d'un échantillon de 0,5 g est représenta-

tive de la distribution dans tout l'ovaire. Le tableau VI nous permet de vérifier que le nombre des ovocytes et particulièrement le nombre de ceux qui constituent la distribution modale la plus avancée, peut être considéré comme équivalent en toutes parties d'un ovaire.

VI.4 RESULTATS

VI.4.1 Nombre d'oeufs émis.

L'ensemble des résultats concernant la fécondité est présenté en Annexe I. Pour chaque femelle, sont donnés : la longueur à la fourche (LF) (1), la longueur prédorsale (LD_1), le poids du corps (PDS) (1), le poids des gonades, le gonad-index, la fécondité par gramme d'ovaire, la fécondité, le nombre d'ovocytes en voie de maturation (supérieur ou égal à 200 microns) par gramme d'ovaire (NT/g) et NT, nombre de ces derniers dans l'ensemble de la gonade.

De 1 à 6 millions d'oeufs sont généralement émis en une seule ponte, mais en de rares cas, pour de très grosses femelles ce chiffre peut dépasser les 7 millions. En outre, nous avons constaté que pour les stades IV en période d'activité sexuelle en particulier, NT est souvent égal à 3F (tableau VII) lorsque la distribution présente trois modes (et $NT = 2F$ lorsqu'elle est bimodale). Chaque distribution modale et donc chaque ponte partielle (à la condition que ces ovocytes arrivent à maturité et soient effectivement émis) aurait ainsi sensiblement la même valeur numérique. Un nombre de modes égal à trois semble le cas général des femelles aux stades III et IV et cela quelle que soit leur taille.

VI.4.2 Evolution de la fécondité avec l'âge.

Nous avons calculé la fécondité moyenne trimestrielle par classe de trois mois. La figure 26 montre l'évolution de la fécondité moyenne de l'albacore avec l'âge (la taille) du poisson. Dans les évaluations moyennes de la fécondité trimestrielle, il a été tenu compte de la proportion des femelles aux stades III et IV pour chaque période.

(1) Estimés d'après les tables de conversion LD_1 - LF - PDS

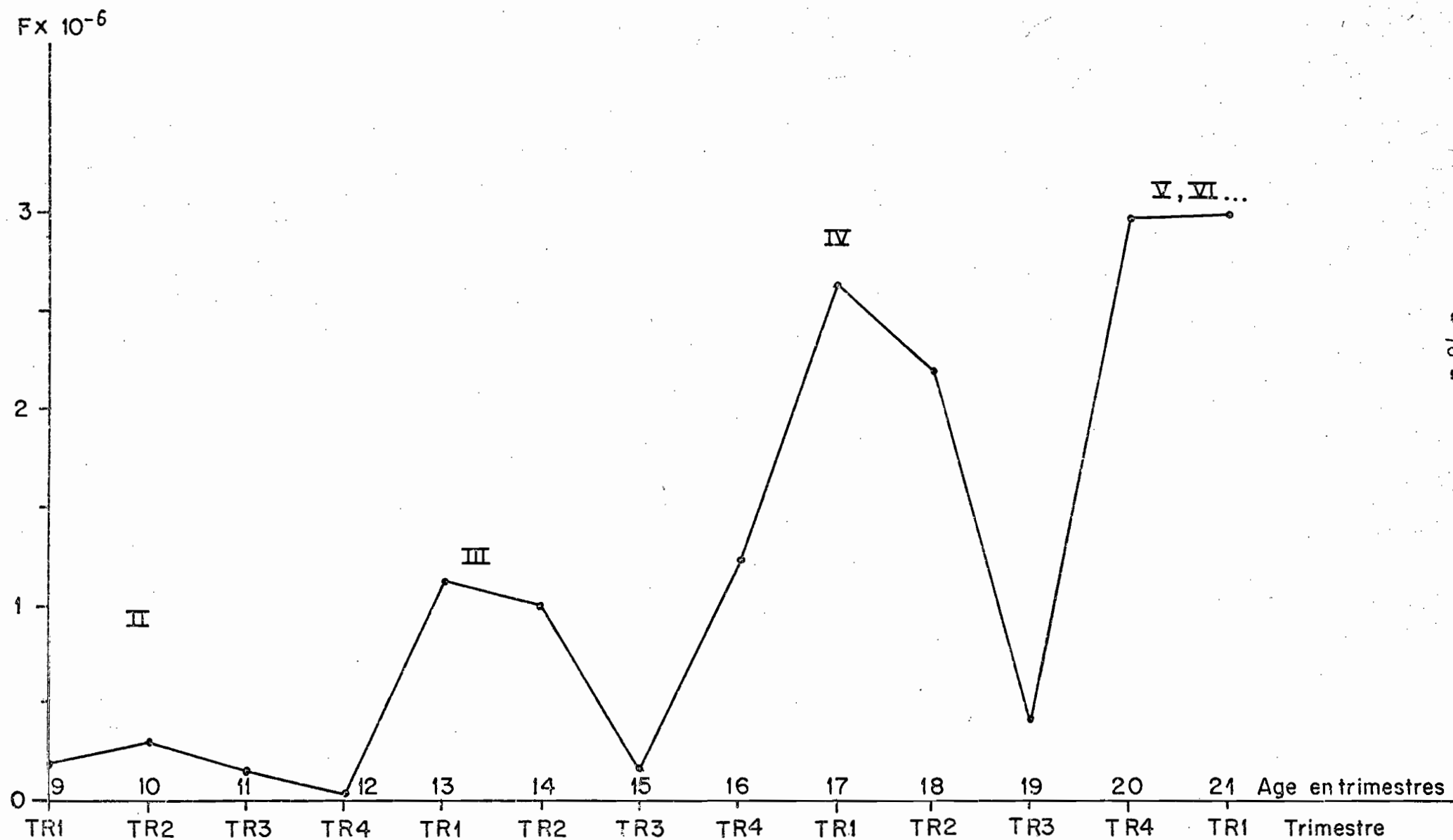


Fig 24 : Fécondité - évolution avec l'âge et la période de l'année.

VI.4.3 Relations fécondité - poids des gonades, fécondité - gonad-index.

Différentes relations ont été calculées entre la fécondité F, la longueur du poisson LD₁, le poids du poisson, le poids des ovaires et le gonad-index. Les meilleurs coefficients de corrélation ont été obtenus pour les deux suivantes :

- Relation liant la fécondité F au poids PG des gonades :

$$F = 3,91 PG - 530,37$$

avec $r = 0,86$

(fig. 27)

- Relation liant la fécondité F au rapport gonado-somatique G.I.

$$F = 119,46 GI - 911,68$$

avec $r = 0,77$

(fig. 28)

Cette dernière relation est particulièrement intéressante car elle permet de lier la fécondité non pas à un, mais à deux paramètres, le poids des gonades et la longueur du poisson.

VI.5 ILLUSTRATION DE L'ETUDE DE LA STRUCTURE DES OVAIRES ET DE L'ETUDE DE LA FECONDITE

En guise de conclusion à cette étude de la fécondité et des fréquences de pontes, nous aimerions montrer, par quelques exemples, que toutes les méthodes employées pour étudier le cycle sexuel et la ponte sont complémentaires. Elles concourent à donner une image aussi précise que possible de l'état sexuel (stade de maturité, gonad-index, structure de l'ovaire) et de son potentiel de ponte (fécondité, NT). La juxtaposition des résultats obtenus par ces différentes méthodes permet, par leurs confirmations respectives, de s'assurer que les faits observés et notés correspondent bien à des phénomènes biologiques et non à des interprétations plus ou moins hasardeuses liées à des méthodes subjectives (méthode de détermination des stades sexuels grâce à des critères macroscopiques, comptage et mensurations d'ovocytes notamment) ou parfois insuffisantes lorsqu'elles sont employées seules (gonad-index).

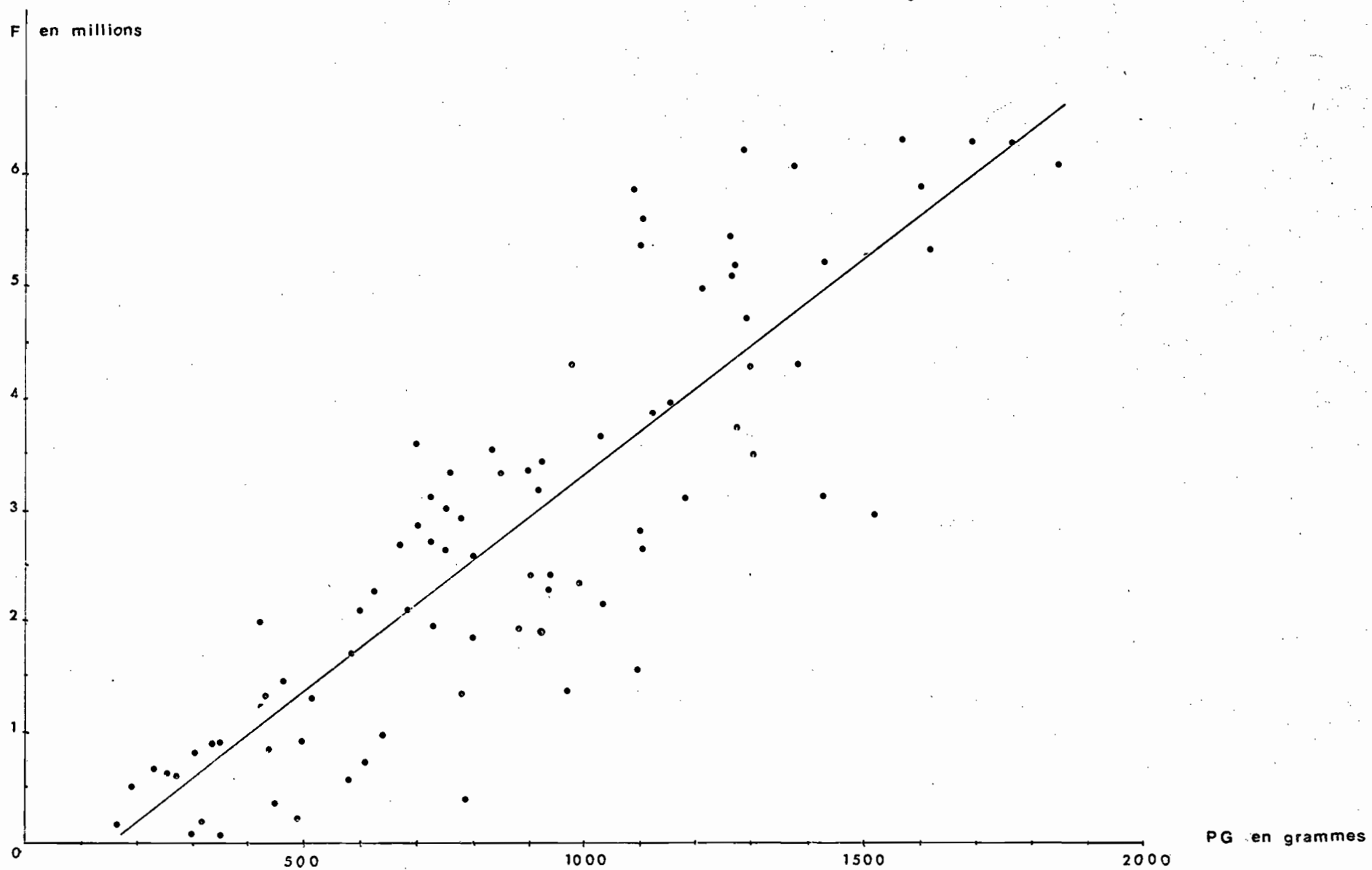
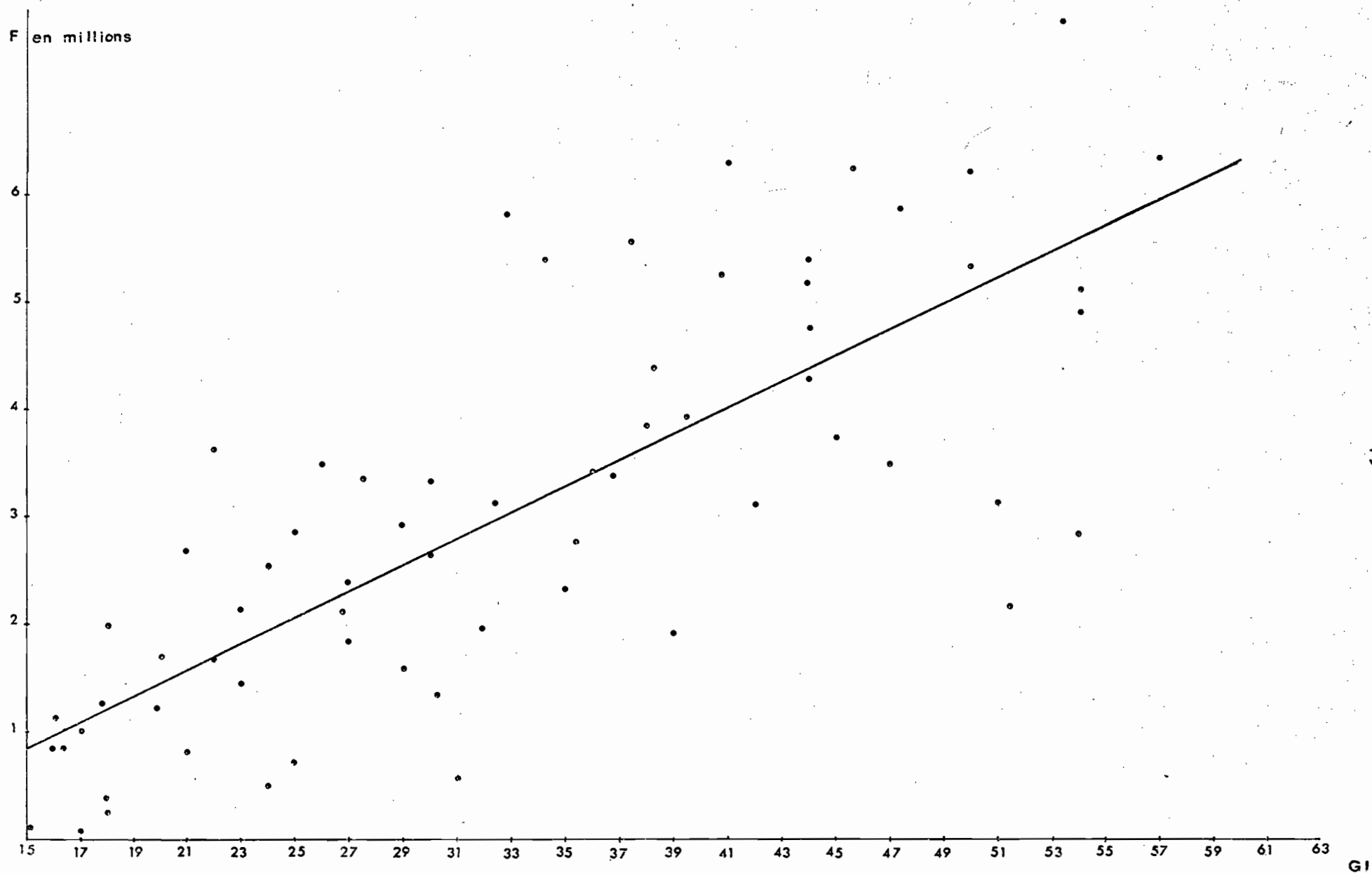


Figure 27 : Relation fécondité — poids des gonades



- 79 -

Figure 28

Relation fécondité - gonad.index

La figure 29 montre la structure (distribution de fréquence des ovocytes) de quelques ovaires dont les principales caractéristiques (LF, PG, F/g, F, NT/g, NT) ainsi que les stades sexuels dans l'échelle de maturation et la date de pêche sont réunis dans le tableau VII.

L'étude histologique nous permettra en outre (photomicrographie a, pl. V) une observation directe de la structure de l'un de ces ovaires.

VI.6 INCORPORATION DES CALCULS DE FECONDITE DANS UN MODELE DE SIMULATION DE LA PECHERIE

VI.6.1 Principe et but.

Nous ne reviendrons pas sur l'intérêt, dans le cas des pêcheries à engins multiples, des modèles de simulation (FONTENEAU et LENARZ 1974, FONTENEAU 1975) qui permettent une meilleure compréhension de la situation et de l'évolution de la pêche.

Le modèle utilisé par ces auteurs est fondé sur le principe de n "vecteurs" de mortalité par pêche provoquée par m engins pêchant simultanément une population ayant un recrutement par an (FONTENEAU, 1975). La fécondité instantanée du stock pour l'année et celle en état d'équilibre (évolution année par année vers la situation d'équilibre si l'effort des différents engins reste le même) sont estimées à partir de la structure démographique du stock et des indices de fécondité calculés d'après les données de la présente étude. Le but de cette simulation est d'évaluer la baisse de fécondité relative théorique du stock de ses origines (stock vierge jusqu'en 1955) à nos jours.

VI.6.2 Méthode.

VI.6.2.1 Calcul des indices de fécondité.

Deux indices de fécondité par trimestre et par classe d'âge ont été calculés à partir des estimations de fécondité individuelles (tableau VIII)

- un indice "brut" prenant en compte les quatre trimestres, F_I .
- un indice "TRI" ne tenant compte que des résultats du premier trimestre, F_{II} .

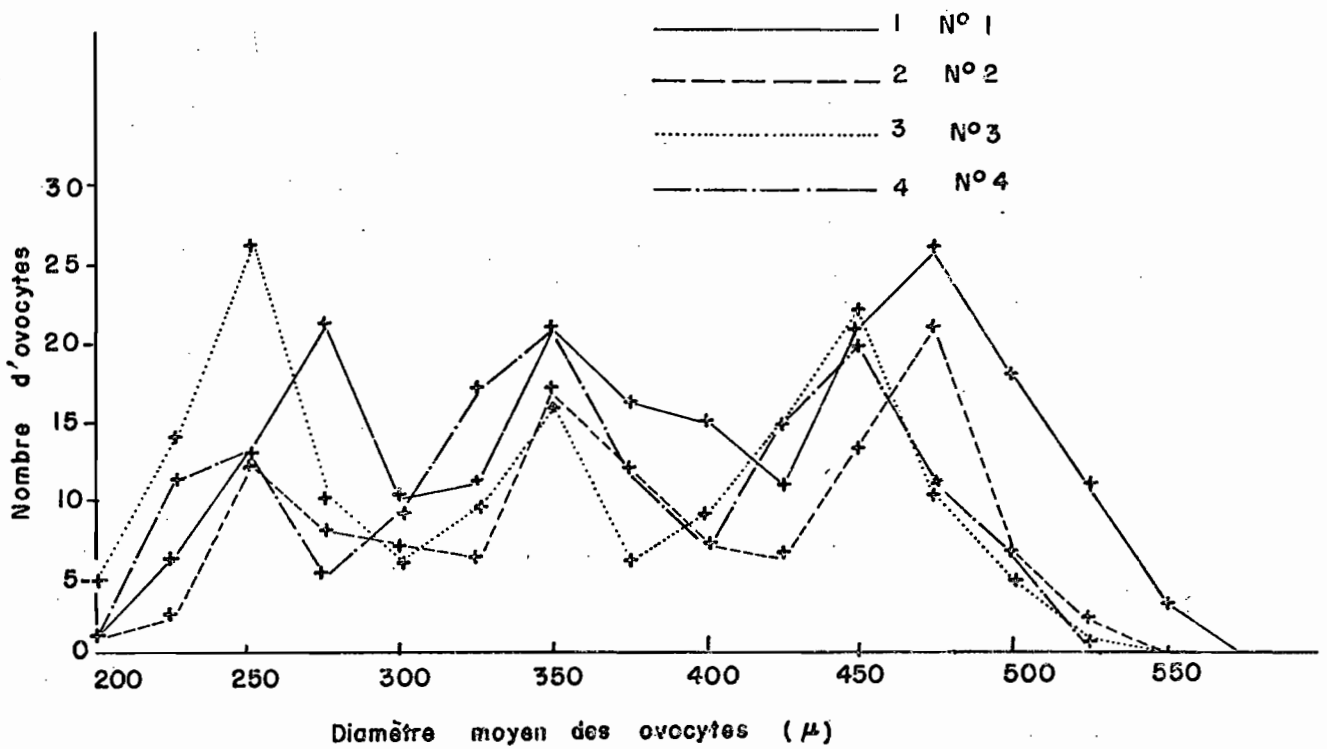


Fig.29 Distribution de fréquence des tailles des ovocytes dans des ovaires provenant de quatre femelles en maturation avancée dont les caractéristiques principales sont données dans le tableau VII -

N°	DATE	LF	PG	F/g	F	nt/g	N _T
1	14.02.75	124,4	1.380	3.110	4.300.000	10.090	13.900.000
2	14.02.75	154,0	1.760	3.570	6.286.000	12.100	21.310.000
3	06.05.75	99,8	230	2.970	684.000	8.890	2.000.000
4	18.04.75	137,0	925	3.720	3.444.000	10.750	9.950.000
5	17.04.75	141,2	916	3.460	3.171.000	10.060	9.222.000
6	06.05.75	122,3	460	3.160	1.453.000	8.930	4.110.560
7	21.11.74	126,5	510	2.260	1.152.000	5.944	3.031.000
8	31.12.74	149,7	1.620	3.290	5.339.000	10.880	17.625.000
9	23.01.75	130,6	730	2.680	1.947.000	8.950	6.532.000

TABLEAU VII :

LF : Longueur à la fourche (cm)
PG : Poids de la gonade (g)
F/g : Fécondité par gramme d'ovaire
F : Fécondité
nt/g : Nombre d'ovocytes dont le diamètre est
supérieur à 200 microns, par gramme
N_T : Nombre total d'ovocytes dont le diamètre
est supérieur à 200 microns

Les numéros 1 à 4 correspondent aux quatre exemples
représentés sur la figure 29.

Age (en trimestres)	F _I	F _{II}	Trimestre	Nombre de données
8	0	-	IV	3
9	200	200	I	5
10	250	-	II	8
11	157	-	III	5
12	25	-	IV	9
13	1 120	1 120	I	20
14	1 000	-	II	29
15	178	-	III	16
16	1 217	-	IV	24
17	2 654	2 654	I	72
18	2 206	-	II	48
19	404	-	III	18
20	3 001	-	IV	12
21	3 010	3 010	I	22

TABLEAU VIII : INDICES F_I ET F_{II}.

VI.6.2.2 Simulation de 1955 à 1975.

Le modèle Simu utilisé a été écrit par A. FONTENEAU en FORTRAN IV pour ordinateur IBM 360-40 ou 370-45 ; des copies du programme sont disponibles au C.R.O. d'Abidjan.

VI.6.3 Interprétation des résultats.

Les résultats de la simulation ont été consignés sur les figures 30 et 31. Les tracés en traits pleins correspondent à la fécondité "instantanée" du stock, ceux en pointillés à la fécondité en état d'équilibre, les efforts des différents engins restant les mêmes. Entre parenthèses figure sur la courbe le nombre d'années nécessaires à l'obtention de la situation d'équilibre. Bien que les valeurs des deux indices utilisés F_I et F_{II} soient différentes, le rapport de la fécondité du stock exploité à celle du stock vierge est peu variable pour les deux indices. Les figures 30 et 31 montrent que la fécondité a diminué régulièrement de 1955 à 1975. Le pouvoir reproducteur du stock a donc été considérablement entamé par la pêche. En 1975, la fécondité atteint 27% (avec l'indice F_I) et 32% (avec l'indice F_{II}) de la fécondité initiale du stock vierge, alors que pour un stock à l'équilibre, elle atteint 20 et 23% pour ces mêmes indices.

Il est intéressant de remarquer que l'effet des captures importantes de très petits albacores (moins de deux ans) par les canneurs J.A.G. (Japon, Amérique, Ghana) à partir de 1972, ne provoque pas d'intensification de la chute et ceci probablement à cause du retrait des canneurs F.I.S. (français, ivoiriens, sénégalais) qui visaient les mêmes catégories de tailles (fig. 32).

On ne connaît pas le niveau critique du rapport de la fécondité exploitée à celle du stock vierge, ce point critique ne peut être déterminé qu'a posteriori et donc toujours trop tard pour la protection du stock. La situation à l'équilibre est en dessous de la situation instantanée (fig. 30 et 31). Par exemple, si nous considérons la figure 31 (indice F_{II}) et que nous fixions arbitrairement le point critique à 32%, ce taux est atteint pour la fécondité instantanée en 1975, alors qu'il était atteint dès 1972-1973 à l'équilibre.

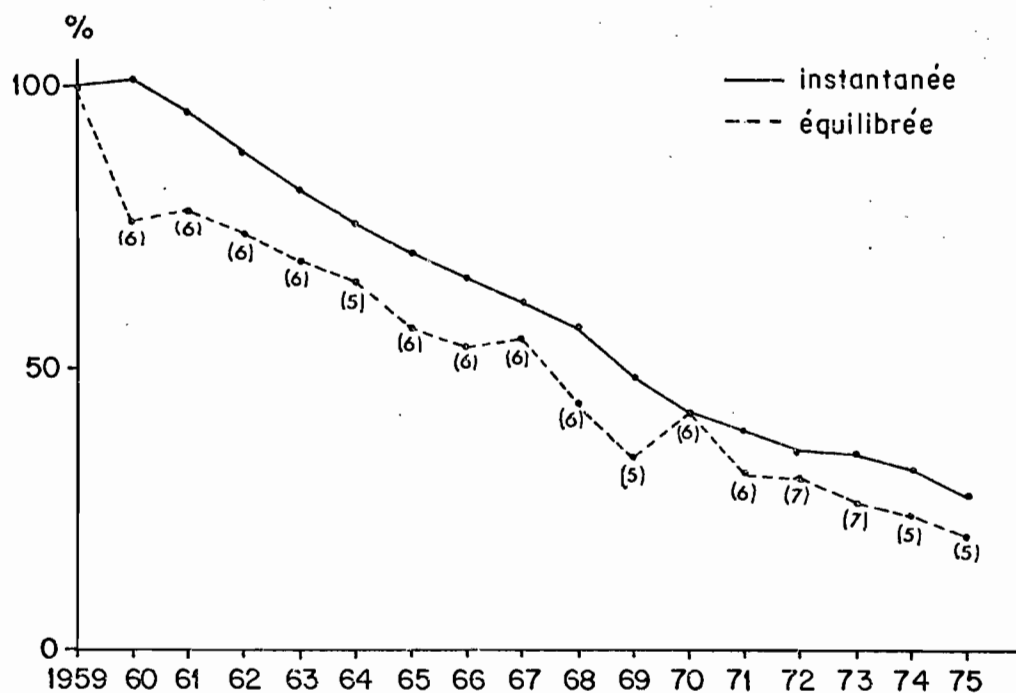


Fig.30 : Fécondité (indice FI) : Fécondité de l'année / Fécondité initiale

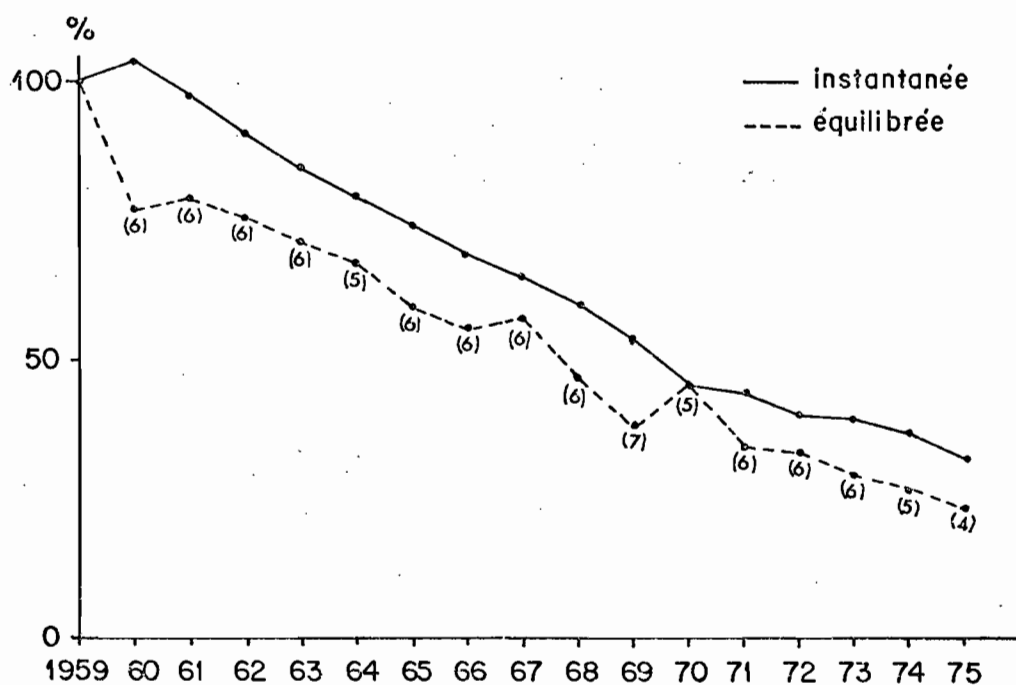


Fig.31 : Fécondité (indice FII) : Fécondité de l'année / Fécondité initiale

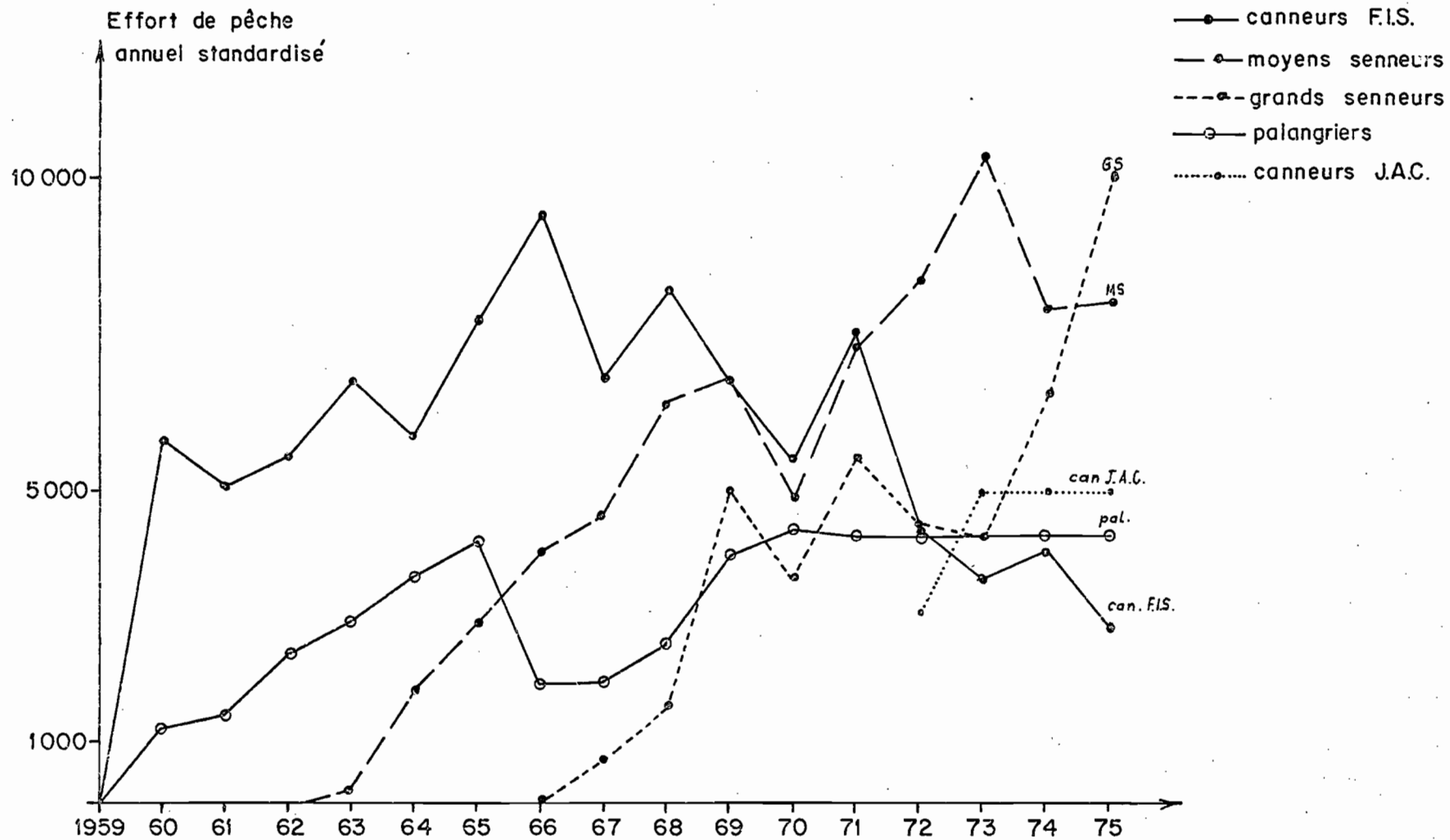


Fig. 32 : Effort de pêche annuel standardisé des cinq engins dans la simulation.

VII ETUDE HISTOLOGIQUE

POSTEL (1955) et DA FRANCA (1959) ont étudié la structure microscopique des ovaires de l'albacore, mais leur étude n'a porté que sur des individus aux stades I et II.

DUCROZ (1964) publie une étude histologique poussée du cycle ovarien de l'albacore. Il suit d'une part le développement de la gonade et d'autre part celui des ovocytes en établissant une échelle basée sur l'aspect d'un élément du chondriome, le croissant vitellogène (idiosome). Ses observations s'arrêtent malheureusement, faute de matériel, à un stade encore très précoce de la maturation sexuelle et son stade final de l'évolution de la gonade vers la maturité en est, en fait, fort éloigné (ovocytes de 200 microns maximum) et correspond à notre stade II ou III. Son étude étant par ailleurs très complète pour les stades observés, nous ne reviendrons pas de façon détaillée sur les premiers stades de la gamétogénèse, mais reprendrons, en quelque sorte, cette étude là où DUCROZ l'avait abandonnée.

VII.1 INTERET ET BUT

VII.1.1 Pour les femelles.

L'observation de préparations histologiques peut, dans une étude de ce type, fournir de précieux renseignements principalement :

- sur le processus de maturation des gamètes,
- sur la relation pouvant exister entre le diamètre des ovocytes et leur degré de maturité,
- sur l'état de maturité de l'ovaire,
- sur la répartition des diverses classes d'ovocytes au sein de l'ovaire.

De plus, le calcul du "gonad-index" et l'examen macroscopique de l'ovaire peuvent s'avérer insuffisants pour la détermination précise du stade

de maturité sexuelle. Il faut alors avoir recours à l'histologie qui permettra de distinguer un stade "en maturation" d'un stade "post-ponte" (présence de follicules vides et d'ovocytes atrésiques). On pourra de même préciser la nature du sexe des individus classés comme "indéterminés" lors des prélèvements et obtenir ainsi des données utiles pour l'étude de la répartition sexuelle dans les petites tailles.

VII.1.2 Pour les mâles.

L'évolution des testicules vers la maturité semble plus délicate à suivre par l'examen macroscopique que celle des ovaires. Les critères de maturité sont en effet à la fois moins nombreux et moins évidents : pas de vascularisation apparente à la surface des testicules, coloration variant peu du gris-blanc au blanc-ivoire, différences de consistance difficiles à apprécier.

De plus on ne dispose pas pour les mâles de renseignements équivalents à ceux fournis par les comptages et les mensurations d'ovocytes. L'examen de coupes microscopiques semble donc être, avec l'étude du rapport gonado-somatique, le meilleur moyen à notre disposition pour connaître l'état de maturité sexuelle d'un mâle.

VII.2 METHODE

Les méthodes courantes de l'histologie ont été appliquées. Les échantillons prélevés sont fixés par le liquide de Bouin, puis inclus à la paraffine après déshydratation par passages successifs dans des bains d'alcool de titre croissant. Le butanol terminal sert de liquide d'attente, les pièces peuvent y faire un séjour prolongé et il sert en outre à achever la déshydratation.

Les blocs sont débités au microtome (type Minot) en coupes de 5 à 10 microns d'épaisseur. Celles-ci, collées sur lames, seront colorées par l'hématoxyline de Groat-éosine (1) ou par le trichrome de Masson (1) (vari-

(1) in MARJOTA R. et MARJOTA M. (1967) : Initiation aux techniques de l'histologie animale. Paris, Masson et Cie.

ante de Goldner) et montées dans le baume du Canada. Les photomicrographies ont été effectuées avec un appareil OLYMPUS modèle PM 6 adapté sur un microscope Wild.

Notons que la congélation préalable des échantillons a souvent rendu l'étude histologique délicate, mais nous n'avions à notre disposition que du matériel ayant subi ce traitement.

VII.3 RESULTATS

Quelques plans généraux vont nous permettre de suivre l'évolution générale de la structure de l'ovaire au cours de la maturation sexuelle tandis que d'autres plus détaillés montreront l'évolution des ovocytes et de leur structure aux différents stades. Enfin quelques stades de la maturation des testicules sont représentés.

VII.3.1 Evolution de l'organisation générale des ovaires.

- Ovaire au stade $I_1 \rightarrow I_2$ (planche III fig. a).

Le sexe de ce spécimen était pratiquement indéterminable lors de l'observation macroscopique. L'étude histologique nous confirme qu'il s'agit d'une femelle. Un début d'organisation en lamelles et quelques ovocytes en croissance montrent qu'il s'agit d'un stade de transition $I_1 \rightarrow I_2$.

Poids de la gonade = 0,83 g

G.I. = 0,70

La membrane ovarienne mesure de 30 à 50 microns d'épaisseur.

- Ovaire immature (stade I_2) (planche III fig. b).

Cette coupe histologique a été effectuée à partir d'un échantillon provenant d'une femelle n'ayant jamais pondu, d'une longueur prédorsale de 28,5 cm (longueur à la fourche de 98,5 cm). Les ovaires se présentaient lors du prélèvement sous la forme de deux rubans plats de 1,5 cm de large, rose-pâles, fermes et ne présentant pas de vascularisation superficielle. Les ovocytes n'étaient pas discernables à l'oeil nu. Ceux-ci d'un diamètre moyen de 45 microns, à cytoplasme fortement basophile, sont disposés régu-

PLANCHE III

=====

Figure a

Grossissement : x 36

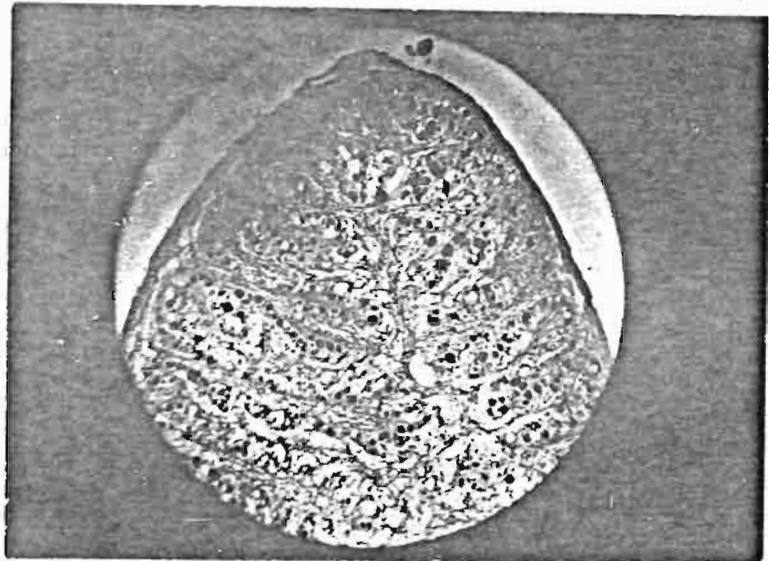
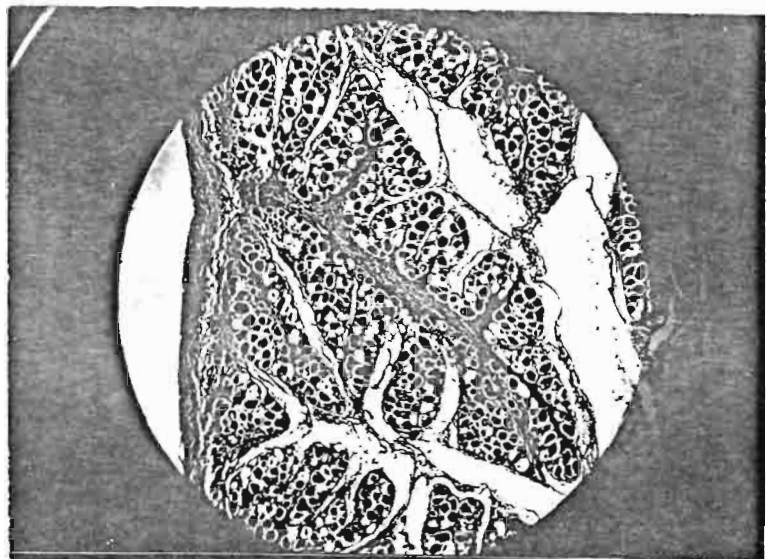


Figure b

Grossissement : x 36



lièrement le long de lamelles ovariennes bien délimitées présentant des arborisations. La paroi ovarienne fibro-conjonctive est à ce stade épaisse de 80 à 120 microns.

Poids de la gonade = 15,9 g

G.I. = 1,66

- Ovaire ayant commencé son premier cycle sexuel (planche IV fig.a)

Cet ovaire provient d'une femelle dont la taille (longueur prédorsale = 29 cm) est sensiblement la même que celle de la précédente. Mais à la différence de cette dernière, elle a entamé son premier cycle sexuel. Quelques ovocytes à divers stades de la vitellogénèse (dont certains ont atteint un stade de maturation déjà avancé) retenus au sein de lamelles compactes sont dispersés parmi les ovocytes du stock de réserve.

Poids de la gonade = 120 g

G.I. = 13,74

Ovaire jaune orangé, moyennement vascularisé et mou.

Diamètre moyen des ovocytes du mode le plus avancé : 270 microns.

Épaisseur de la paroi ovarienne : 350 microns.

- Maturation (début de stade III) (planche IV fig.b)

Cette coupe a été réalisée à partir d'un ovaire (femelle de longueur prédorsale de 36 cm) dont la description a été notée ainsi : jaune orangé, mou à flasque, moyennement bien vascularisé ; les ovocytes ne sont pas visibles à l'oeil nu. Il a donc été classé au stade III. La photographie montre l'aspect de cet ovaire en tout début de stade III. On peut remarquer que les ovocytes ayant entamé le processus de vitellogénèse sont beaucoup plus nombreux que sur la photographie précédente (laissant prévoir une fécondité plus importante), mais n'ont généralement pas encore atteint un stade d'évolution individuel aussi avancé. Lors des mensurations d'ovocytes, le diamètre moyen modal s'est révélé être de 225 microns, quelques ovocytes ayant atteint 300 microns.

Poids de la gonade = 350 g

G.I. = 17,29

- Ovaire en maturation avancée (stade IV₁) (planche IV fig.c)

Cette préparation a été réalisée à partir d'une femelle de longueur prédorsale égale à 39,5 cm pêchée en janvier 1975, et présentant des

PLANCHE IV

=====

Figure a

Grossissement : x 36

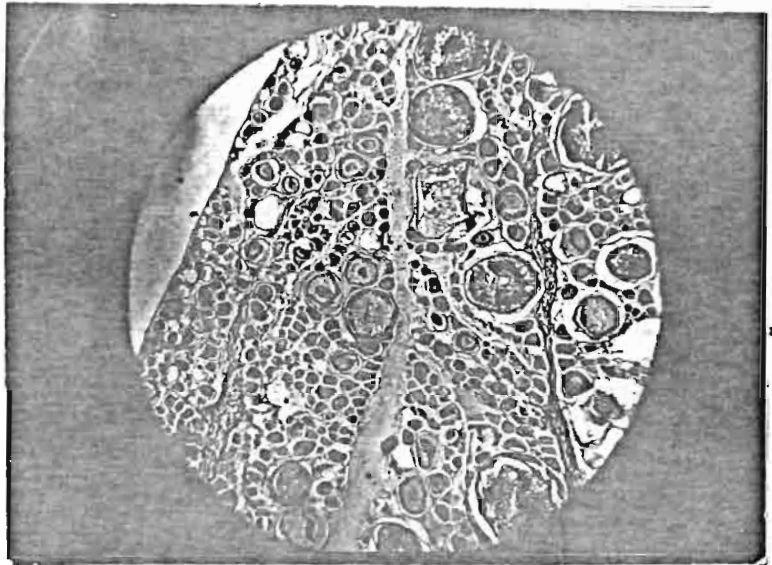


Figure b

Grossissement : x 36

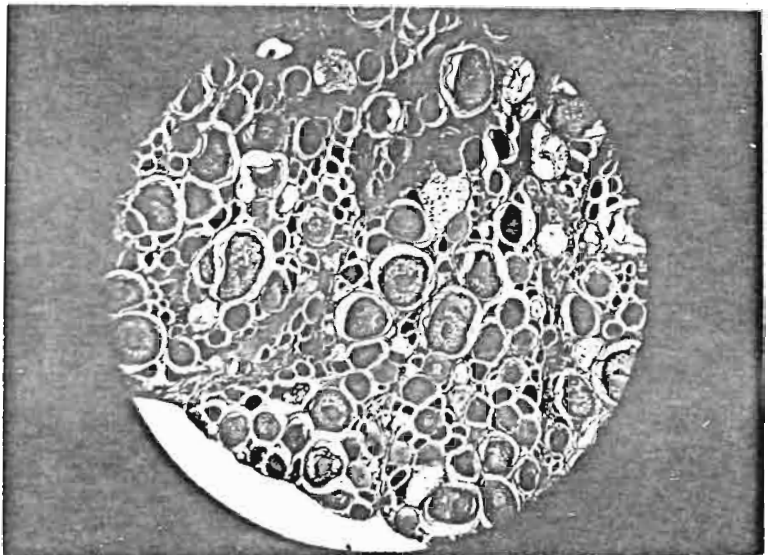
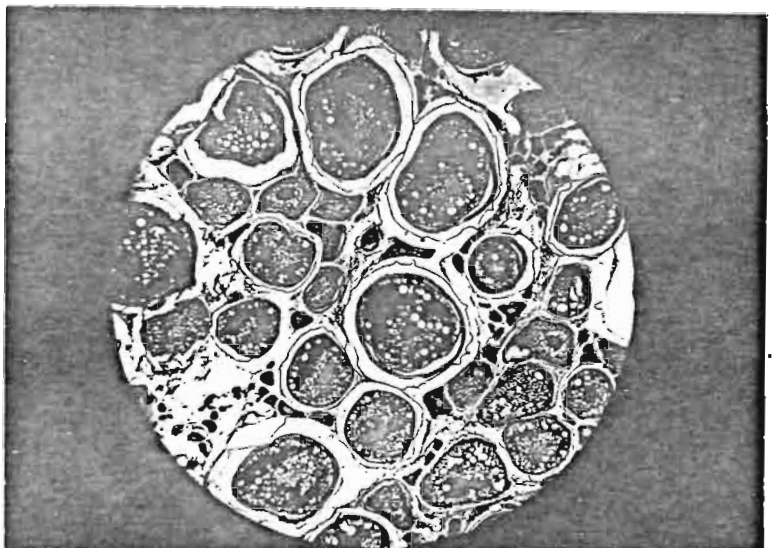


Figure c

Grossissement : x 36



ovaires jaune-orangés, gonflés et bien vascularisés avec des ovocytes visibles au travers de la paroi ovarienne.

Diamètre moyen du mode le plus avancé : 450 microns et deuxième mode à 325 microns.

La fécondité a été estimée à 5 453 000.

Poids de la gonade = 1 260 g

G.I. = 44,8

- Ovaire en pré-ponte (planche V fig.a)

La gonade provient d'une femelle ayant une longueur prédorsale de 42 cm. Quelques follicules vides semblent indiquer que la ponte a commencé ou tout au moins qu'elle était imminente et que quelques ovocytes se sont détachés lors des manipulations. On retrouve sur la coupe histologique les modes mis en évidence sur l'histogramme de distribution des fréquences des diamètres d'ovocytes (cette coupe correspond à l'exemple n°2 de la figure 29 et du tableau VII).

Poids de la gonade = 1 760 g

G.I. = 50,21

Ovaire jaune-orangé, gonflé, turgide et très abondamment vascularisé.

Le diamètre moyen des ovocytes du mode le plus avancé est de 475 microns (550 microns pour le deuxième mode).

La fécondité est estimée à 3 570 par gramme d'ovaire soit à 6 286 000 pour les deux ovaires.

Date de pêche : février 1975.

Epaisseur de la membrane ovarienne : 425 microns.

- Repos sexuel (stade VI) (planche V fig.b)

La microphotographie montre l'aspect de l'ovaire d'une très grosse femelle (longueur prédorsale : 43 cm) en période de repos sexuel (pêchée en août 1975). La comparaison avec les deux figures précédentes montre que la tendance à des périodes d'activité et de repos sexuel nettement marquées se traduit par des modifications considérables de la structure histologique de l'ovaire au cours de l'année.

Poids de la gonade = 383 g

G.I. = 10,05

Le diamètre moyen des plus grands ovocytes ne dépasse pas 100 microns et d'importantes zones de "résorption" pas encore comblées sont encore visibles.

PLANCHE V

Figure a

Grossissement : x 36

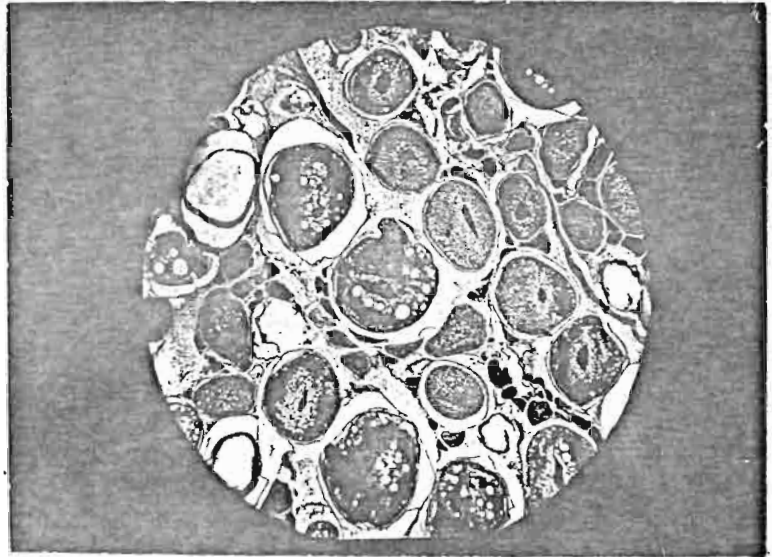
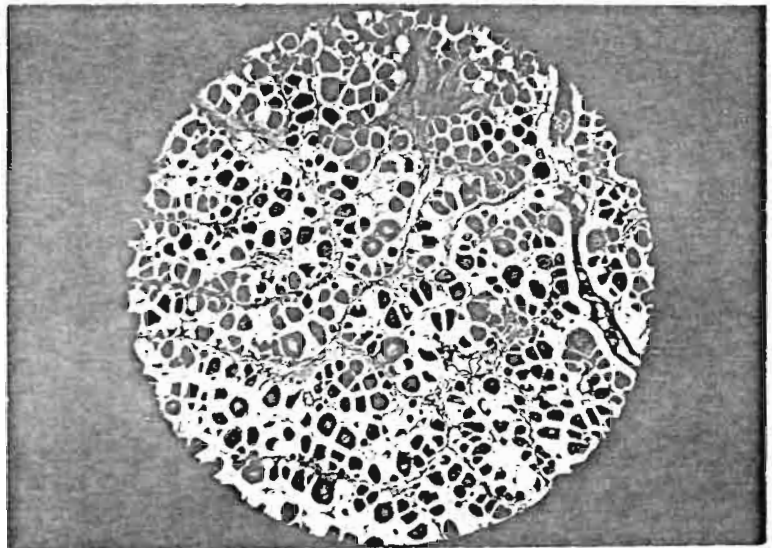


Figure b

Grossissement : x 36



Ces quelques exemples ont permis de suivre l'évolution parallèle du gonad-index, du diamètre moyen du groupe d'ovocytes le plus avancé et de leur état de maturité.

VII.3.2 Maturation des ovocytes.

Stades I et II (planche VI)

Figure a

Des ovocytes correspondant aux stades I à II de DUCROZ (1968) sont visibles sur cette figure qui montre un fragment de lamelle ovarienne provenant d'une gonade classée à un stade intermédiaire $I_1 \rightarrow I_2$. Rappelons que l'étude détaillée des premiers stades du développement des ovocytes de l'albacore a été faite par DUCROZ, aussi ne la répèterons-nous pas.

Figure b

Aux stades I et II, les ovocytes dont le diamètre est d'environ 50 microns pour le stade I et 80 microns pour le stade II, ont une forme polyédrique. Le noyau est sphérique, on y observe un ou plusieurs nucléoles, le cytoplasme est fortement basophile. Le rapport nucléocytoplasmique est important (il décroît quelque peu au stade II). Ces ovocytes font partie du stock général de réserve.

Stade III (planche VII)

A ce stade caractérisé par le début de la vitellogénèse et par une importante augmentation de taille, l'ovocyte est le siège de nombreuses transformations qui affectent le noyau, le cytoplasme et les membranes. STEQUERT (1975) dans son étude sur le listao divise le stade III en trois "sous-stades" qui correspondent très bien à ce qui est observé chez l'albacore.

Figure a Stades III a :

Les deux bandes de cytoplasme (périnucléaire et cortical) séparées par une bande de cytoplasme trabéculaire caractérisant ce stade, sont représentées de même que la zona radiata en formation (notons que ce stade correspond à la description que donne DUCROZ de son stade IV_a). Le diamètre moyen de cet ovocyte est de 112 microns.

PLANCHE VI

=====

Figure a

Grossissement : x 250

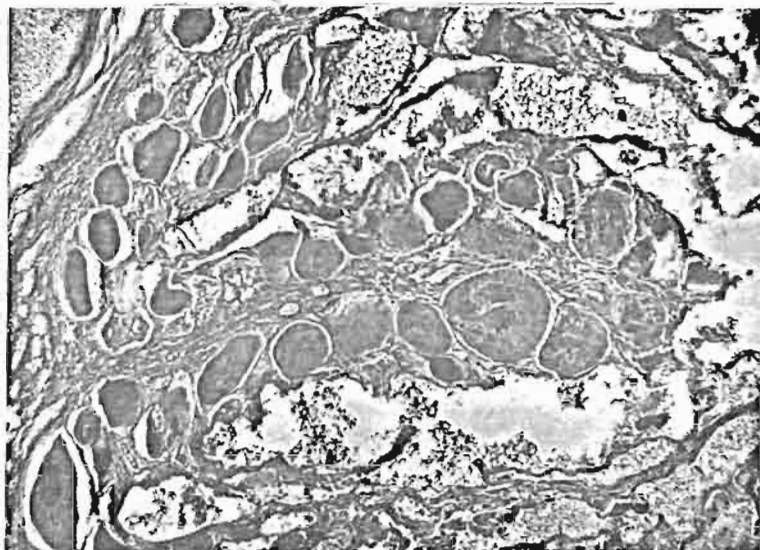


Figure b

Grossissement : x 125

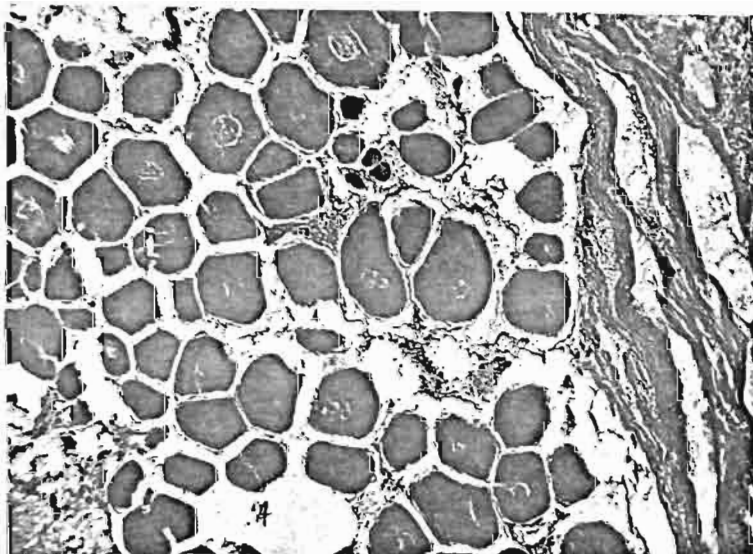


PLANCHE VII

Figure a

Grossissement : x 625

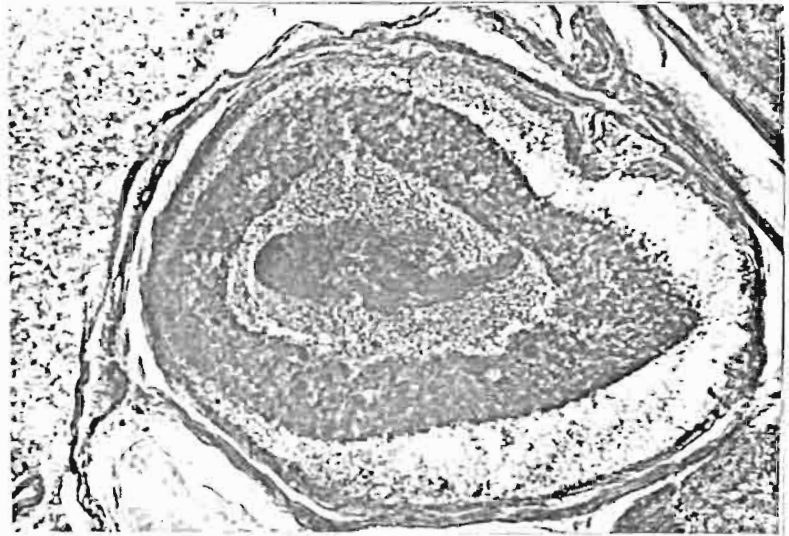


Figure b

Grossissement : x 125

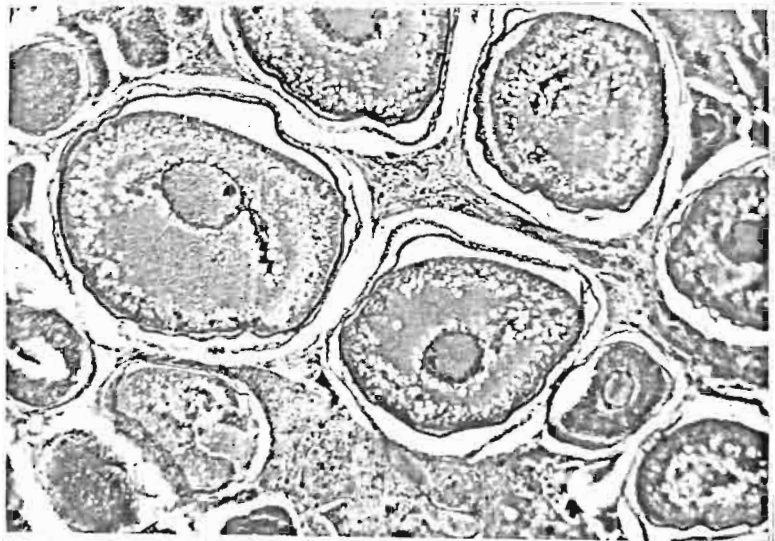


Figure c

Grossissement : x 625

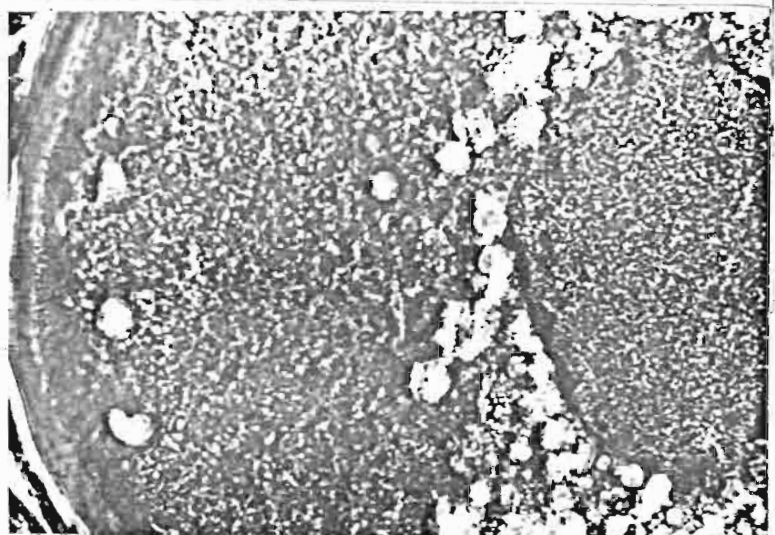


Figure b Stades III_b et III_c :

L'apparition de deux couronnes de vacuoles lipidiques marque le stade III_b. L'une est collée au noyau, l'autre est située à la périphérie de l'ovocyte.

Au stade III_c, les deux couronnes sont bien individualisées ; le noyau est toujours en position centrale. Le diamètre des ovocytes est de 350 microns environ.

Figure c

Le plan rapproché d'un ovocyte au stade III_c permet de constater que la zona radiata s'est considérablement développée. Les nucléoles sont nombreux et collés à la membrane nucléaire.

Stade III_c → IV₁ (planche VIII fig. a)

Cette figure montre des ovocytes à divers stades précédemment étudiés, réunis autour d'un ovocyte en tout début de stade IV₁ dont le diamètre moyen est de 435 microns. C'est à ce moment de la maturation de l'ovocyte que la zona radiata semble la plus épaisse (35 microns).

Stade IV₁ (planche VIII fig. b)

La fusion des gouttelettes lipidiques entamée au stade précédent se poursuit et l'on compte de 8 à 10 grosses vacuoles résultant de cette fusion. Ce nombre va aller en diminuant avec l'avancement de l'état de maturité de l'ovocyte.

Sous la zona radiata persiste une mince bande de cytoplasme cortical. On peut également observer les plaquettes vitellines à la périphérie de l'ovocyte.

Stade IV₁ → IV₂ (planche VIII fig. c)

Ce stade voisin de la maturité est caractérisé par la formation d'un globule lipidique volumineux. La membrane nucléaire perd son intégrité et la vésicule germinative, collée contre le globule lipidique, est souvent rejetée en position excentrée.

La zona radiata, vivement colorée en rouge par le trichrome de Masson, semble diminuer d'épaisseur. CONAND (1975) attribue ce fait à l'é-tirement dû à l'augmentation de volume de l'ovule. Les ovocytes bourrés de vitellus, ont un diamètre de 500 microns environ. Ils sont, à ce stade, particulièrement fragiles.

PLANCHE VIII
=====

Figure a

Grossissement : x 125



Figure b

Grossissement : x 125

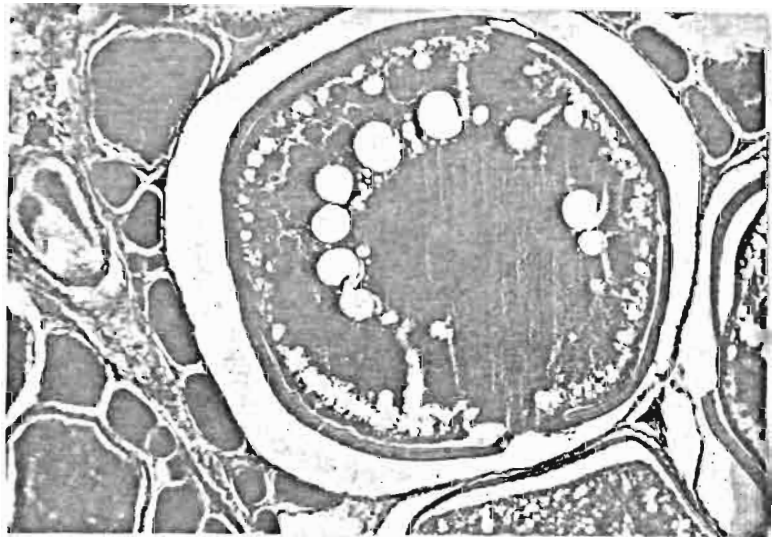


Figure c

Grossissement : x 125



Stade V (planche IX fig. a)

Les préparations histologiques effectuées à partir d'ovaires prélevés peu après la ponte, montrent des follicules vides et béants.

Stade V → VI (planche IX fig. b , c et planche X fig. a)

Après la dernière ponte partielle de la saison, les ovocytes ayant atteint un stade avancé de la maturation entrent en atresie. Ces trois photographies montrent différentes étapes de l'atresie ovocytaire et du comblement des follicules. L'ovaire semble se désorganiser totalement (fig. a), seuls subsistent les ovocytes n'ayant pas dépassé le stade III.

Stade VI (planche X fig. b)

L'ovaire entre en repos sexuel. Les espaces libres laissés par la désagrégation des ovocytes mûrs et en maturation avancée sont comblés par des ovocytes jeunes.

VII.3.3 Maturation des testicules.

- Immature (planche XI fig. a)

Cette microphotographie montre l'aspect d'un testicule immature provenant d'un mâle de longueur prédorsale égale à 28,5 cm. Ce stade est équivalent au stade I₂ des femelles.

- Début de la maturation (planche XI)

Figure b : ce stade équivaut au stade II de l'échelle de maturation appliquée aux femelles. Le testicule représenté sur cette figure a été prélevé sur un mâle de longueur prédorsale égale à 31 cm.

Figure c : Cette photographie semble montrer l'existence de différences (d'un gradient ?) dans l'état d'avancement de la maturité sexuelle en différents endroits d'un testicule, au début de la maturation tout au moins.

- Maturation avancée (planche XII)

Les trois microphotographies présentées ont été réalisées à partir de coupes histologiques effectuées dans une gonade provenant d'un individu mâle de longueur prédorsale égale à 43 cm, pêché en novembre 1974.

PLANCHE IX

=====

Figure a

Grossissement : x 125

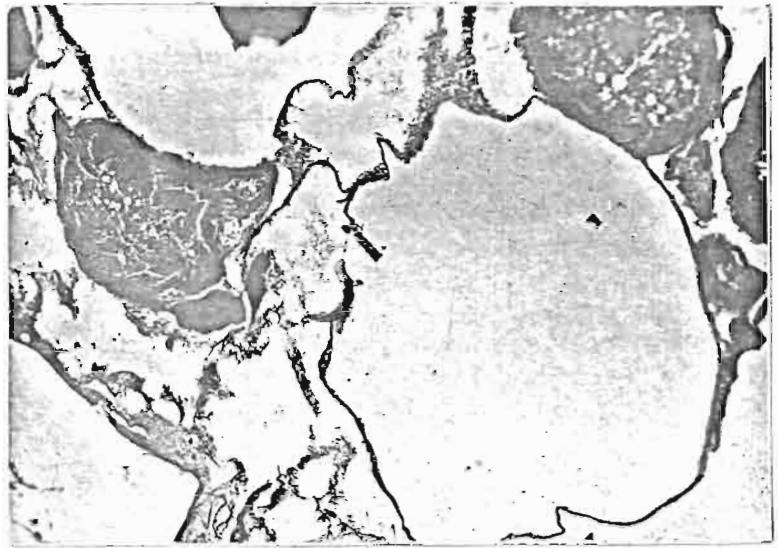


Figure b

Grossissement : x 125

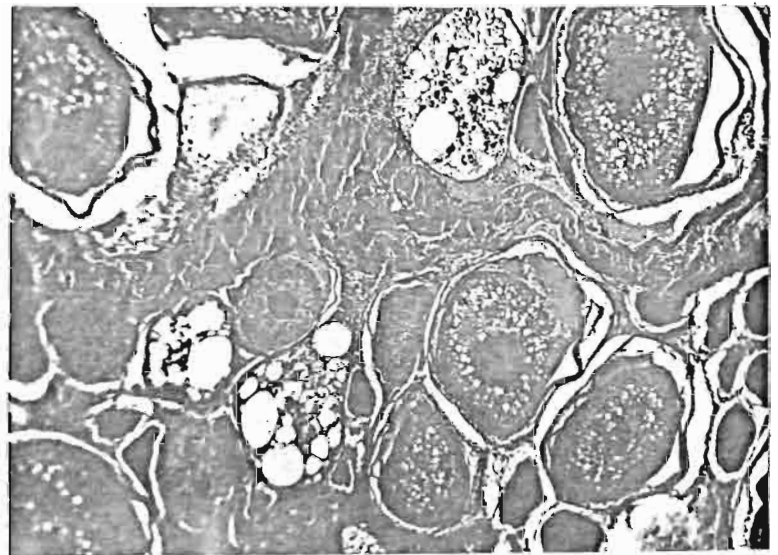


Figure c

Grossissement : x 125

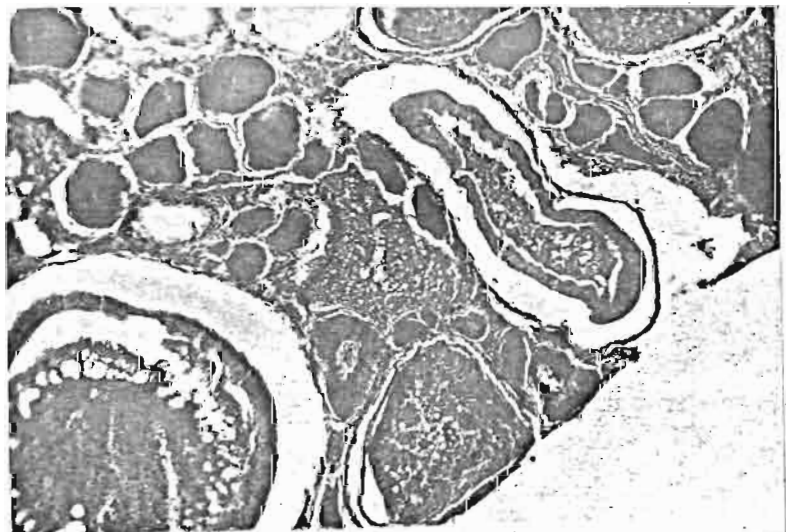


PLANCHE X

=====

Figure a

Grossissement : x 125

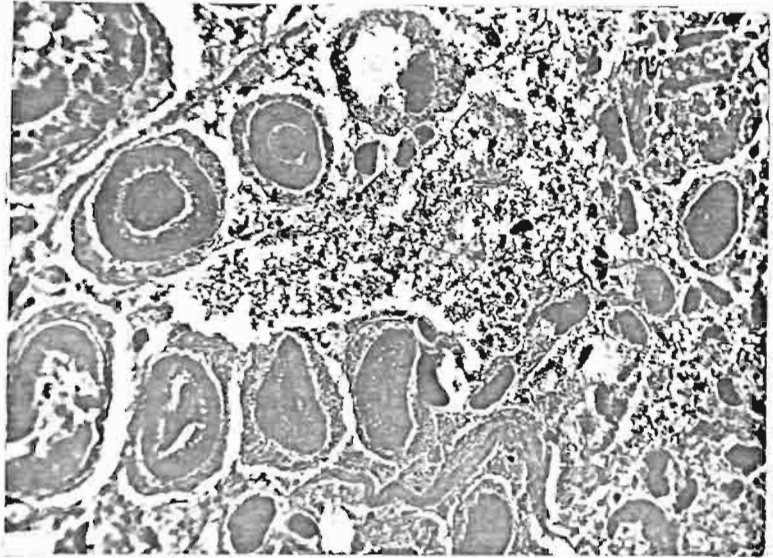
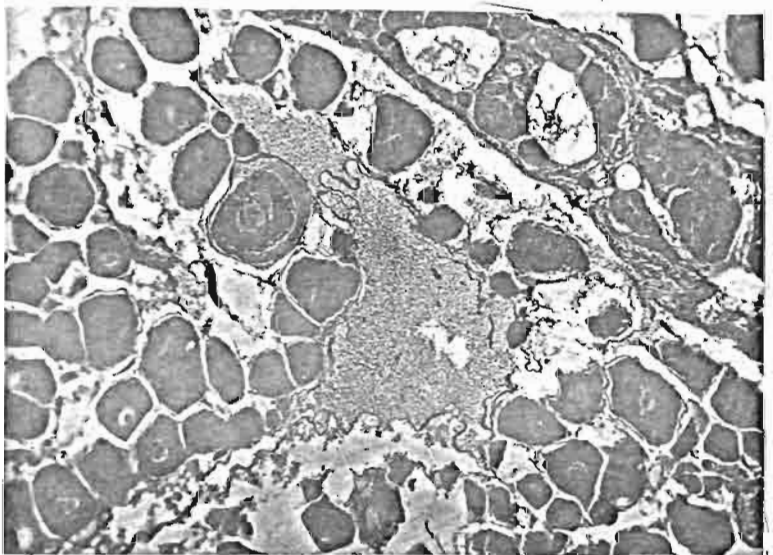


Figure b

Grossissement : x 125



PL ANCHE XI

=====

Figure a

Grossissement : x 125

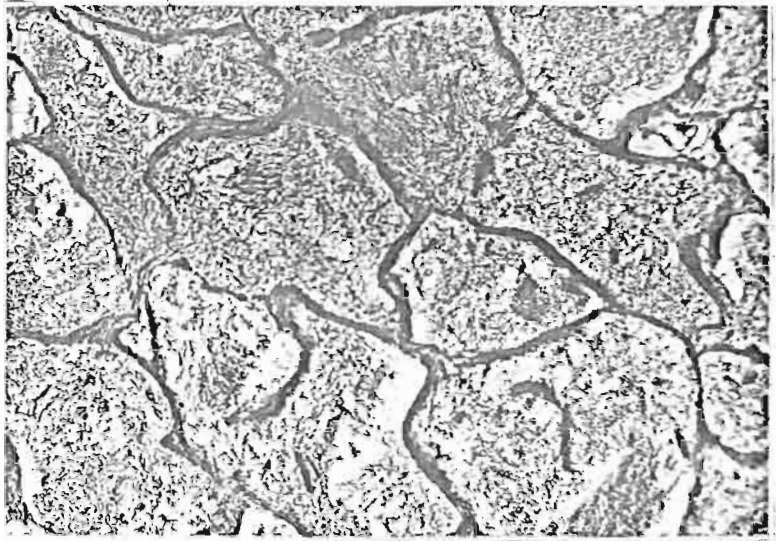


Figure b

Grossissement : x 125

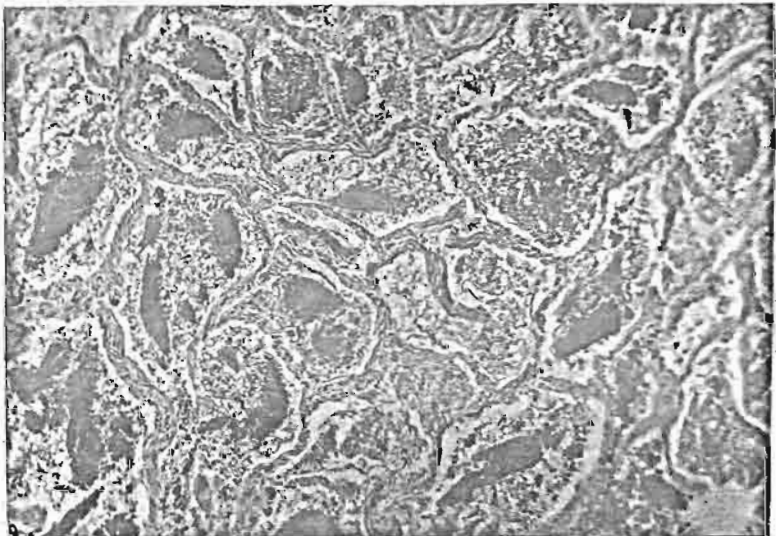
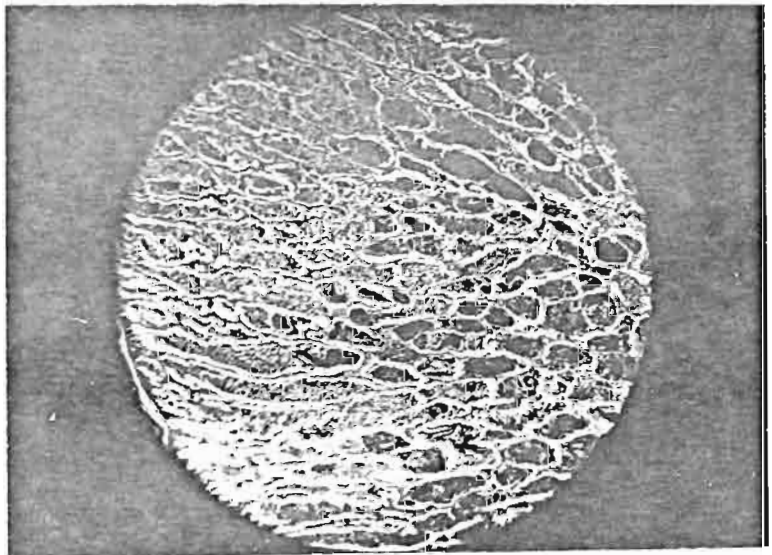


Figure c

Grossissement : x 36



Les testicules allongés et blancs pesaient 1 070 g (G.I. = 28,08) et sont en maturation avancée (fin de stade III, début de stade IV₁ des femelles).

Figure a : Organisation générale en tubules de la gonade à ce stade.

Figure b : Maturation des gamètes mâles au sein des tubules.

Figure c : Différents stades de la spermatogénèse peuvent être observés sur cette coupe photographiée à un fort grossissement.

- Emission de produits génitaux (planche XIII)

Il s'agit ici d'un individu "partly spent". Une partie des produits génitaux a été émise. Les masses sombres observées sur cette coupe correspondent à des spermatozoïdes qui n'ont pas été évacués.

PLANCHE XII

Figure a

Grossissement : x 36

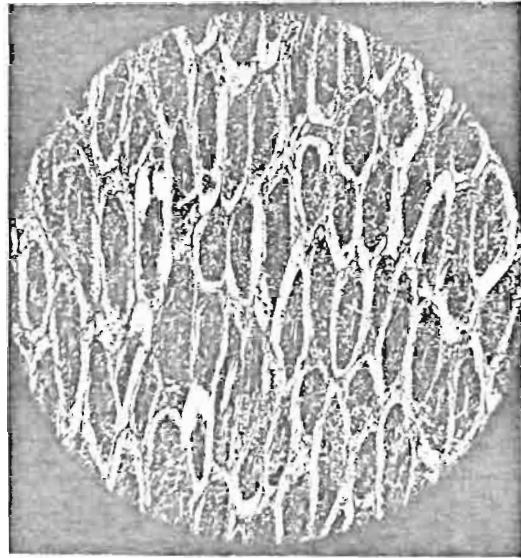


Figure b

Grossissement : x 150

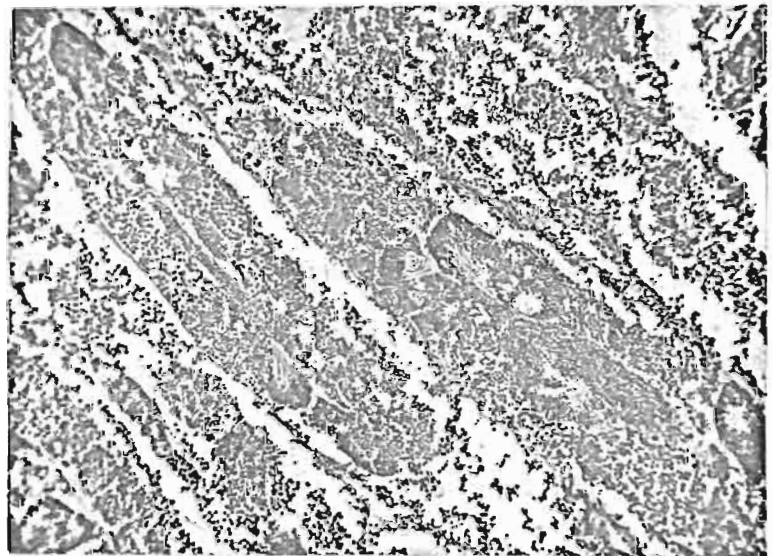


Figure c

Grossissement : x 625

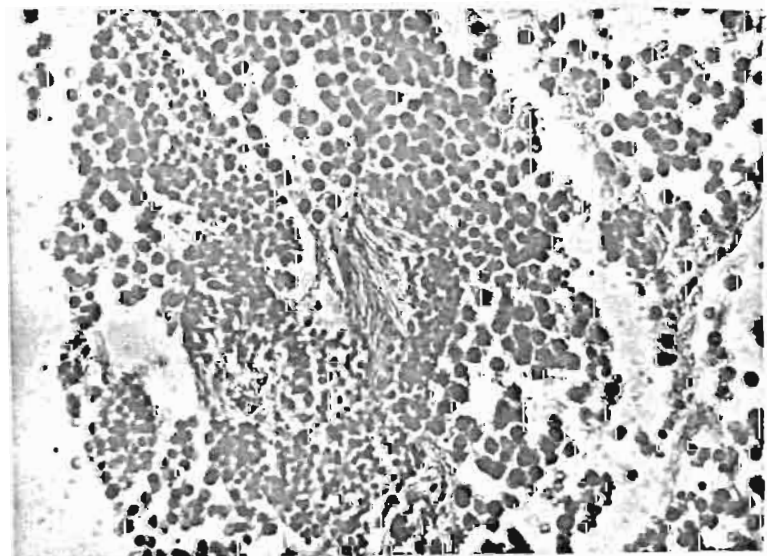
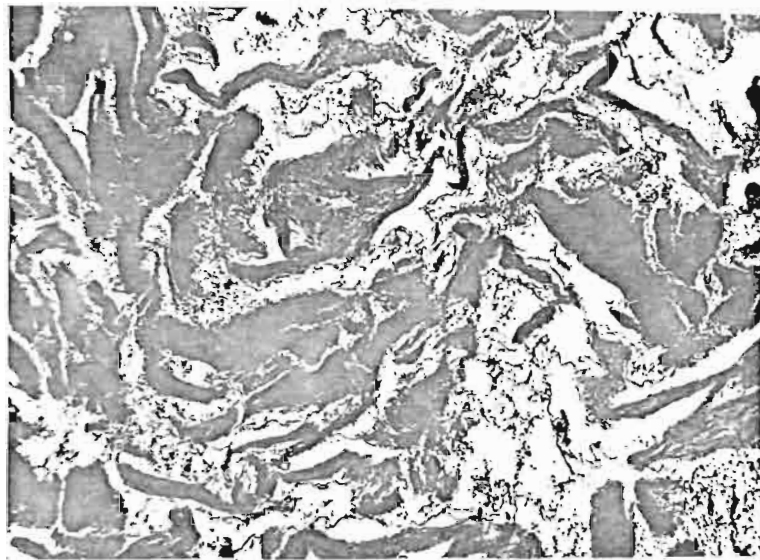


PLANCHE XIII

=====



Grossissement : x 125

VIII TAILLE A LA PREMIERE MATURETE

Il est souvent difficile de comparer des données d'origines différentes (voire des résultats) par manque d'homogénéité dans leur présentation. Nous nous sommes heurtés à ce problème pour l'étude de la taille à la première maturité. En effet, de nombreux auteurs utilisent ce paramètre dans leurs publications, mais rares sont ceux pour lesquels il a la même signification et la même définition.

Lors d'une première étude bibliographique, ce qui apparaît tout d'abord est la diversité dans la nomenclature, correspondant le plus souvent à une diversité des conceptions de la notion de première maturité.

Ainsi, la "taille à la première maturité" (size at first maturity pour les anglophones) qui est la terminologie la plus fréquente devient-elle : "minimum size of spawning fish" (OTSU and HANSEN, 1962), "size of females at first spawning" (ORANGE, 1961), "première maturation des femelles" (LEGAND, 1960), "minimum size at maturity" (SIMMONS, 1969)

Pour éviter toute confusion, il est important de bien préciser plusieurs points lorsqu'on étudie la taille à la première maturité.

VIII.1 ESSAI DE DEFINITION DE LA NOTION DE TAILLE A LA PREMIERE MATURETE

VIII.1.1 Détermination de la maturité sexuelle.

A quel moment placer la maturité sexuelle, et par quels critères la déterminer ?

La première maturation sexuelle est un phénomène continu très étalé dans le temps, il convient, afin d'obtenir une valeur biologique utilisable de délimiter arbitrairement dans le temps une période plus restreinte la caractérisant.

- La première ponte.

La ponte est, du moins chez l'albacore, un phénomène très fugace et rarement observé. Il semble donc difficile de l'utiliser comme critère de détermination.

- Le début de la maturation.

Certains auteurs font référence à la taille à la première maturation pour laquelle aucun individu n'est classé dans la catégorie "sexe indéterminable", ce stade étant trop éloigné de la ponte ne présente qu'un intérêt médiocre pour notre étude.

Nous avons donc employé, comme indice de maturité, un stade particulier de l'échelle de maturation basé sur l'observation macroscopique des gonades, ainsi qu'une valeur minimale du gonad-index correspondant. Un diamètre important des ovocytes du mode le plus avancé est également un témoin sûr de la maturité de l'ovaire, puisque POSTEL (1955) précise que "la première poussée de mûrissement des ovules est couronnée de succès chez les Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental" et qu'il n'y a pas de "prématuration abortive des ovocytes". Cependant POSTEL a mis en évidence que l'évolution saisonnière du rapport gonado-somatique des petits individus était parallèle à celle des "grands individus" présentant ainsi, en période de reproduction, un début de maturation n'aboutissant pas à la ponte.

Nous avons donc choisi un stade de maturité assez avancé afin d'éliminer le plus possible les immatures dans l'étude des zones et périodes de ponte en particulier.

VIII.1.2 Proportion d'individus matures caractérisant la taille à la première maturité.

Chez certaines espèces et en particulier chez l'albacore, la taille à la première maturité n'est pas nettement biologiquement définie, c'est à dire que la gamme des tailles auxquelles on trouve des individus matures est étalée. La différence de taille entre les plus petits animaux matures et les plus gros immatures peut être importante. A partir de quelle proportion d'individus ayant atteint une taille donnée, celle-ci devient-

elle significative et peut-on la définir comme taille à la première maturité ?

Les opinions en la matière divergent et l'on peut les rassembler en quatre grandes familles :

- POSTEL (1951), OTSU et USHIDA (1959), UEYANAGI (1957), YOSHIDA (1964) et SIMMONS (1969) considèrent le plus petit specimen satisfaisant à leurs critères de maturité.
- Certains auteurs demeurent dans l'imprécision.
- BATTIS (1972), SHUNG (1973) par exemple précisent la taille à laquelle 50% des individus atteignent la première maturité.
- FONTANA et PIANET (1973), LEGAND (1960) et STEQUERT (1976) considèrent la longueur à laquelle tous les individus ont atteint la première maturité. Cette dernière méthode semble préférable, car elle est la seule compatible avec une utilisation suffisamment rigoureuse du paramètre "taille à la première maturité" en dynamique des populations (protection des stocks, estimation de la fécondité globale du stock reproducteur ...), pour la détermination des zones et périodes de ponte

VIII.1.3 Nature du sexe pour lequel a été définie la taille à la première maturité.

La taille fixée comme celle de première maturité concerne-t-elle l'ensemble de la population ou bien seulement l'un des deux sexes ?

Ce dernier point peut sembler moins important que les deux précédents, il doit cependant être précisé, car POSTEL (1955) montre que chez certaines espèces (Sarda sarda, Euthynnus alleteratus), la taille à la première maturité des mâles et des femelles ne coïncide pas.

VIII.2 ESTIMATION DE LA TAILLE A LA PREMIERE MATURETE DE L'ALBACORE DU GOLFE DE GUINEE

Nous définirons la taille à la première maturité comme la longueur pour laquelle l'ensemble (95% minimum) des femelles se trouve à un stade

avancé du premier cycle sexuel aboutissant à la ponte et présentant, en période de ponte, les caractères de maturité suivants : stade III de l'échelle de maturation, gonad-index supérieur à 15, présence dans la distribution de fréquences des diamètres moyens des ovocytes d'un groupe dont la valeur modale est de 200 microns ou plus.

La figure 33 dans laquelle les femelles sont regroupées par classe de taille de deux centimètres de longueur prédorsale pour palier à l'insuffisance du nombre des données dans les petites tailles, montre que dans notre échantillon, la taille à la première maturité de l'albacore du Golfe de Guinée se situe entre 31 et 33 cm. En prenant $LD_1 = 32$ cm comme taille à la première maturité, nous éliminerons les immatures de nos calculs. Cette valeur correspond à une longueur à la fourche de 108,6 cm ; elle est à rapprocher de celle donnée par KIKAWA : 110 cm pour l'albacore de l'océan Pacifique. Notons que ORANGE (1961), YUEN et JUNE (1957), et SHUNG (1973) placent toujours, pour l'océan Pacifique, cette première maturité sexuelle à 120 cm de longueur totale.

Au cours de cette étude, nous avons rencontré un certain nombre de femelles de taille inférieure à 108,6 cm ayant atteint la maturité sexuelle ; en particulier la plus petite femelle mature avait une longueur prédorsale de 28 cm ($LF = 91,4$ cm), avec un gonad-index de 31,2, des ovaires de couleur jaune-rosé, mous et bien vascularisés (stade III), et présentant un groupe d'ovocytes dont le diamètre modal était de 425 microns (diamètre maximum 475 microns).

Nous pouvons noter là encore des résultats similaires obtenus pour le yellowfin de l'océan Pacifique, les plus petits immatures ont été signalés à :

- 86 cm par OTSU et HANSEN (1962)
- 89,1 cm par OTSU et UCHIDA (1959)
- 87 cm par UEYANAGI (1957)
- 80 cm par SHUNG (1973)
- entre 80 et 100 cm par ORANGE (1961)

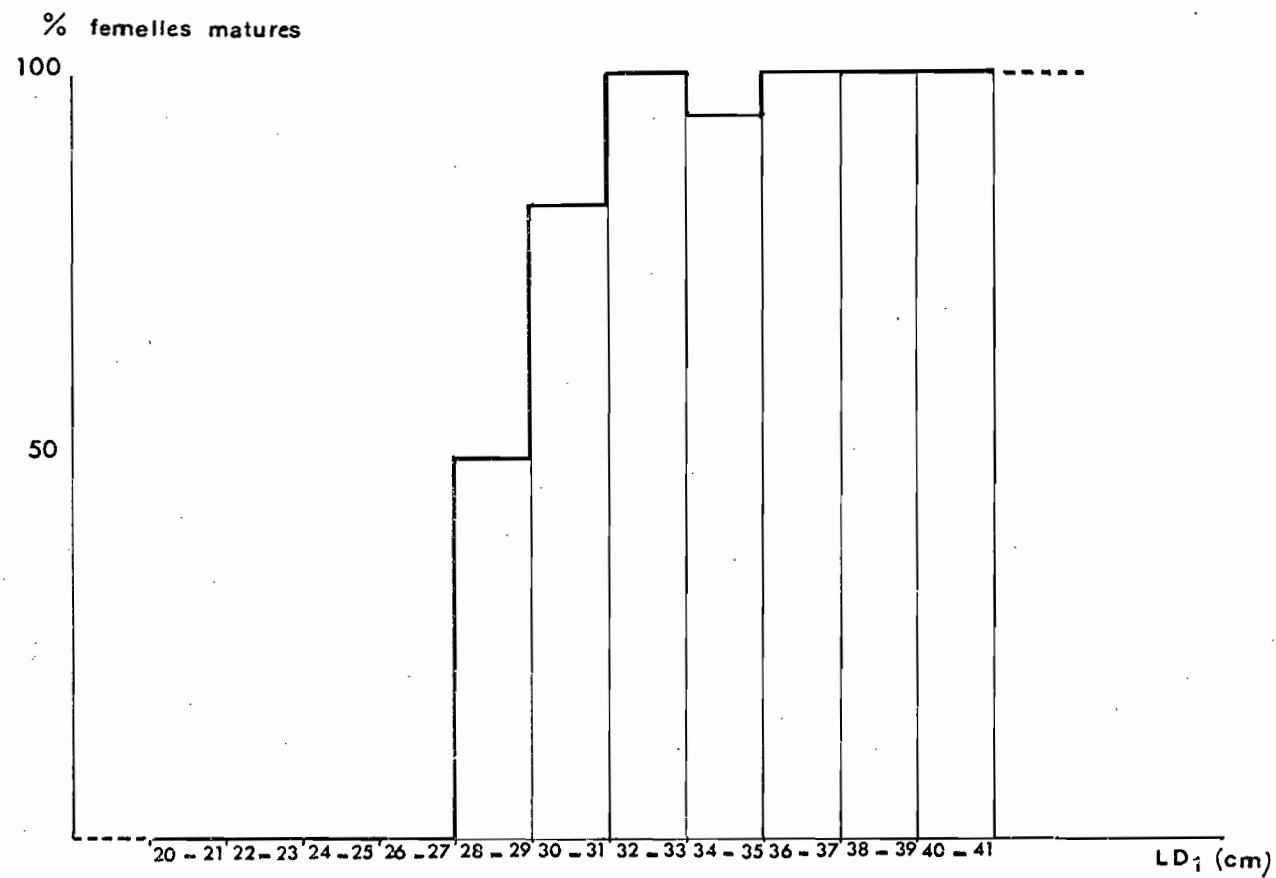


Fig 33 : Détermination de la taille à la première maturité

IX SEX - RATIO

L'ouverture des albacores et la détermination systématique du sexe de tous les individus dont la taille (LD1) était notée en vue des études sur la fécondité et la maturité sexuelle ont permis l'étude de la répartition des sexes.

IX.1 PROPORTION DES SEXES

De nombreux auteurs ont indiqué les valeurs de ce rapport, mais pour la plupart sans vraiment s'être penchés sur ce problème. Leurs données sont regroupées dans le tableau IX.

Afin de pouvoir comparer les résultats, nous avons, lorsque cela était possible, transformé ces données afin de les présenter sous leurs formes les plus généralement employées : pourcentages respectifs de mâles et de femelles parmi les individus dont le sexe a été déterminé, rapport du nombre de mâles au nombre de femelles, nombre de femelles pour un mâle.

Les mâles se sont révélés (et ceci de manière constante depuis le début de l'étude) plus abondants que les femelles dans notre échantillon conduisant ainsi à un sex-ratio significativement différent de 1 : 1.

Nombre de mâles	Nombre de femelles	Total	Indéterminés	Total	♂/♀	% de mâles #	% de femelles #	Nombre de femelles pour 1 mâle
912	628	1 539	13	1 552	1,45	59,26	40,74	1 : 0,69

* parmi les animaux dont le sexe a été déterminé.

TABLEAU IX : TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE SEX-RATIO DE L'ALBACORE.

Auteurs	Localisation Géographique	Nombre de Mâles	Nombre de Femelles	Nombre d'indéterminés	Total	% Mâles	% Femelles	Mâles / Femelles	Nbre de femelles pour 1 mâle 1:1	Engins de pêche
POSTEL	ATL.(Iles Cap Vert)	<u>141</u>	<u>111</u>	<u>53</u>	<u>305</u>	56,0	44,0	<u>1,27</u>	1 : 0,8	Appât vivant
DUNG and ROYCE	PAC.	<u>508</u>	<u>311</u>		819	62,0	38,0	1,63	1 : 0,6	
IKEBE (1941)	PAC.	<u>106</u>	<u>78</u>		184	57,6	42,4	1,36	1 : 0,7	
OVCHINNIKOV (1969) (données déc.1967)	ATL.(Golfe Guinée)					<u>65,8</u>	<u>34,2</u>	1,92	1 : 0,5	Senne
OVCHINNIKOV (1969) (données janv.1968)						<u>59,5</u>	<u>40,5</u>	1,47	1 : 0,7	Senne
OTSU (1954) (données 1951)	PAC. (Hawai)	<u>547</u>	<u>313</u>		860	63,6	36,4	1,75	1 : 0,6	
OTSU (1954) (données 1949)		<u>114</u>	<u>65</u>		179	63,7	36,3	1,75	1 : 0,6	
MURPHY AND SHONURA (1972)	PAC. (central)									Palangre
ROSSIGNOL (1966)	ATL. (Cap Vert)	<u>430</u>	<u>552</u>		982	<u>43,8</u>	<u>56,2</u>	0,78	1 : 1,3	Appât vivant
SUDA and SCHAEFER (1965)	PAC. (est)	<u>13 223</u>	<u>8 908</u>		22 131	<u>59,8</u>	40,2	1,48	1 : 0,7	Palangre
IVERSEN (1956)	PAC.(central ouest)					63,0	37,0	1,67	<u>1 : 0,6</u>	Palangre
HIRANO and TAGAWA (1956)	OCEAN INDIEN					59,0	41,0	1,43	<u>1 : 0,7</u>	Palangre
TESTER and NAKAMURA (1957)	PAC. (Hawai)					45,0	55,0	0,83	1 : 1,2	Trainee
YONEMORI and HONMA (1975)	PAC.	<u>20 151</u>	<u>12 462</u>		32 613	61,8	38,2	1,62	1 : 0,6	Palangre
YONEMORI and HONMA (1975)	ATL.	<u>106</u>	<u>87</u>		197	53,8	46,2	1,22	1 : 0,8	Senne
LENARZ et al (1974)	ATL.					51,5	48,5	1,06	1 : 0,9	Surface
						59,4	40,6	1,44	1 : 0,7	Palangre
C.R.O. DAKAR (1969)	ATL.(Dakar)	<u>163</u>	<u>156</u>	6	325	51,1	48,9	1,04	1 : 1	

N.B. Les formes de présentation du sex-ratio données par chacun des auteurs sont soulignées.

Les pourcentages de mâles et de femelles sont calculés par rapport au total des individus dont le sexe a été déterminé.

IX.2 VARIATIONS SAISONNIERES DANS LA PROPORTION DES SEXES

Bien que des variations mensuelles importantes du sex-ratio soient observées au cours de la période étudiée (fig. 34), aucune relation avec le cycle sexuel n'a pu être clairement mise en évidence.

On peut cependant constater (fig. 34) que le rapport mâles / femelles est inférieur à 1 à cinq reprises (juillet 1974, mars, juin, juillet et octobre 1975). Ces "prédominances" des femelles correspondent (sauf en mai 1975) (fig. 35) soit à des débarquements dans lesquels les femelles étaient plus grosses que les mâles, soit (en juillet 1975) à des individus de petites tailles. La figure 35 montre en outre que la taille moyenne des mâles reste à peu près constamment (quatre exceptions) supérieure à celle des femelles.

IX.3 REPARTITION DES SEXES EN FONCTION DE LA TAILLE

La prédominance numérique des individus de sexe mâle aux grandes tailles et leur présence exclusive dans les captures de très grandes tailles, sont des phénomènes reconnus dans l'océan Pacifique par de nombreux auteurs : DUNG et ROYCE (1953), MURPHY et SHOMURA (1972), NAKAMURA (1949), SCHAEFER et ORANGE (1956), ORANGE (1961), SHIMADA (1951), LEGAND (1960), SUDA et SCHAEFER (1965). Ils ont également été signalés dans l'océan Atlantique (1) : YONEMORI et HONMA (1975), ALBARET (1975).

Nos résultats (tableau X) confirment très exactement ceux obtenus dans l'océan Pacifique et l'océan Atlantique que nous avons regroupés sur la figure 36.

IX.4 INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Les phénomènes mis en évidence par l'étude de la répartition des sexes sont à première vue de trois natures différentes et sont habituellement examinés séparément :

(1) POSTEL, en 1955, d'après quelques données de SCHAEFER et WALFORD (6 mâles et aucune femelle de plus de 140 cm) émettait l'hypothèse que les mâles atteindraient une taille supérieure à celle des femelles

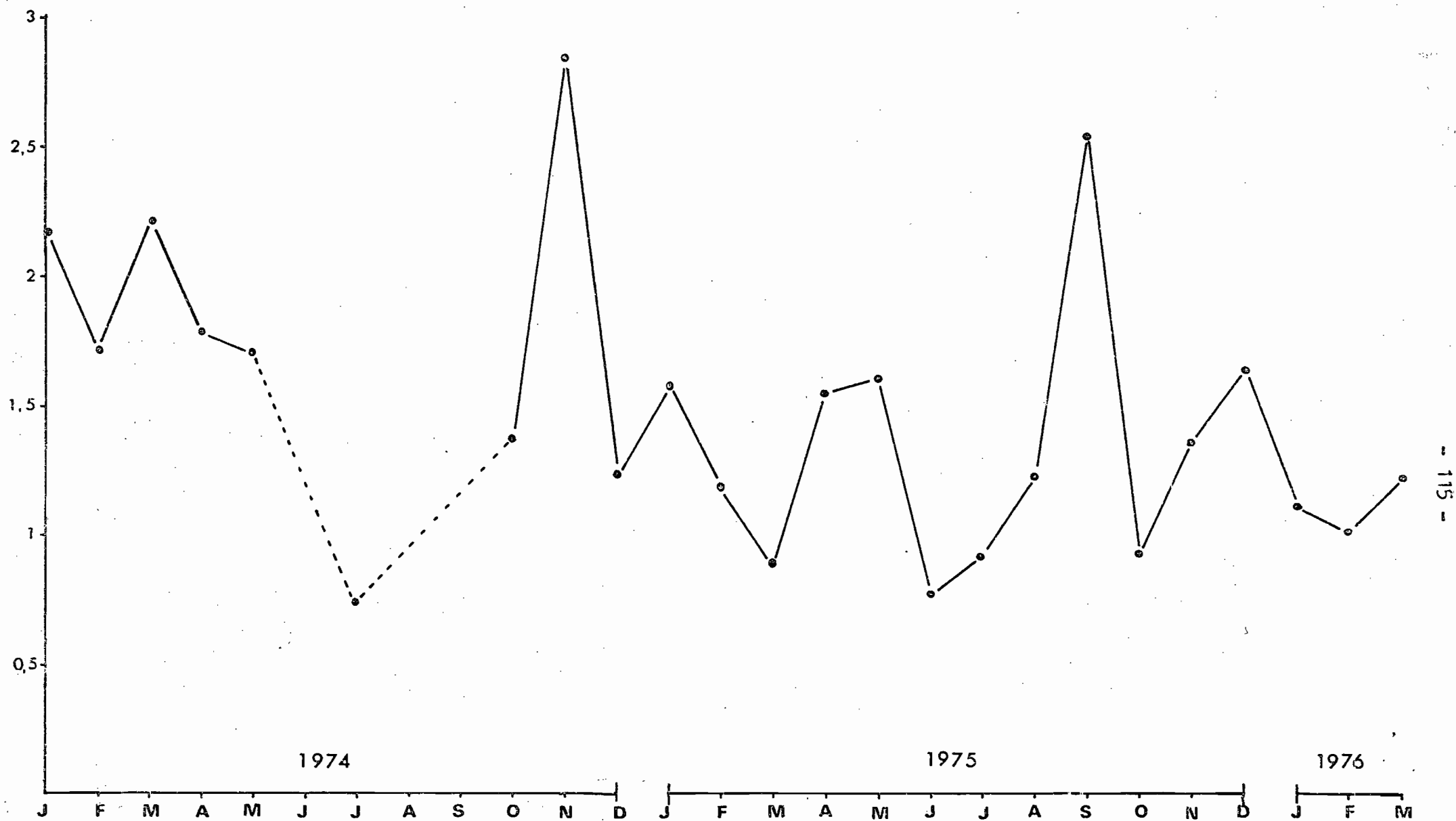


FIG.34 : Variations mensuelles du sex-ratio dans les débarquements d'albacores
en 1974, 1975 et le premier trimestre 1976

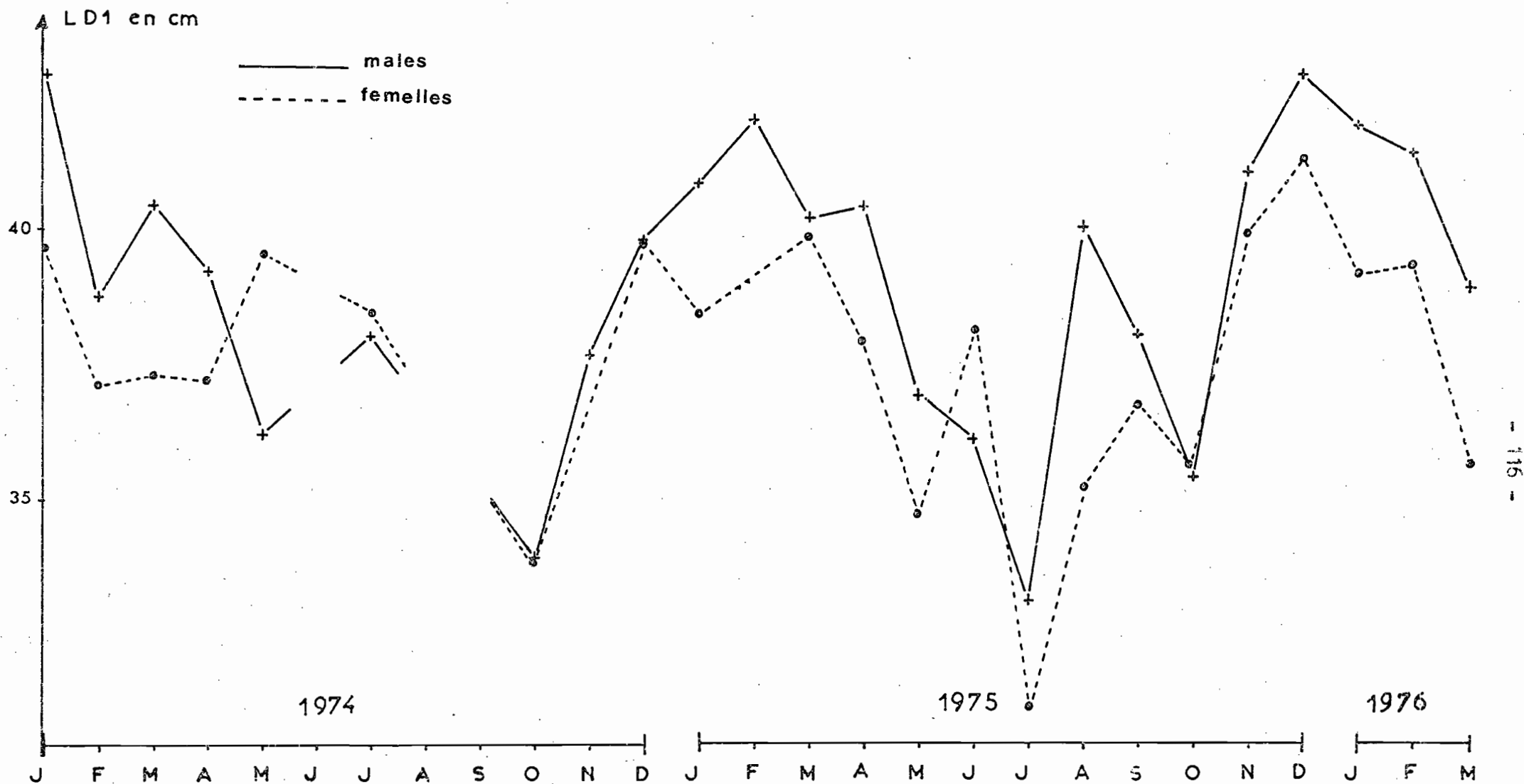


Fig. 35 : Variations mensuelles de la taille moyenne (LD1) des mâles et des femelles

TABLEAU X : REPARTITION DES SEXES PAR CLASSE DE

TAILLE DE 1 CM DE LONGUEUR PREDORSALE

LD ₁ (en cm)	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Total	Pourcentage des mâles	Pourcentage de femelles
20	0	1	1	0	100
21	1	1	2	50	50
22	0	1	1	0	100
23	3	2	5	60	40
24	2	6	8	25	75
25	8	6	14	57,1	42,9
26	6	7	13	46,2	53,8
27	7	9	16	43,8	56,2
28	8	6	14	57,1	42,9
29	5	11	16	31,3	68,7
30	13	12	25	52	48
31	18	14	32	56,3	43,7
32	21	14	35	60	40
33	28	23	51	54,9	45,1
34	36	27	63	57,1	42,9
35	46	38	84	54,8	45,2
36	50	49	99	50,5	49,5
37	45	52	97	46,4	53,6
38	58	70	128	45,3	54,7
39	67	79	146	45,9	54,1
40	77	72	149	51,7	48,3
41	81	56	137	59,1	40,9
42	96	37	133	72,2	27,8
43	88	20	108	81,5	18,5
44	52	8	60	86,7	13,3
45	53	4	57	93	7
46	25	1	26	96,2	3,8
47	11	0	11	100	0
48	2	0	2	100	0
49	1	0	1	100	0

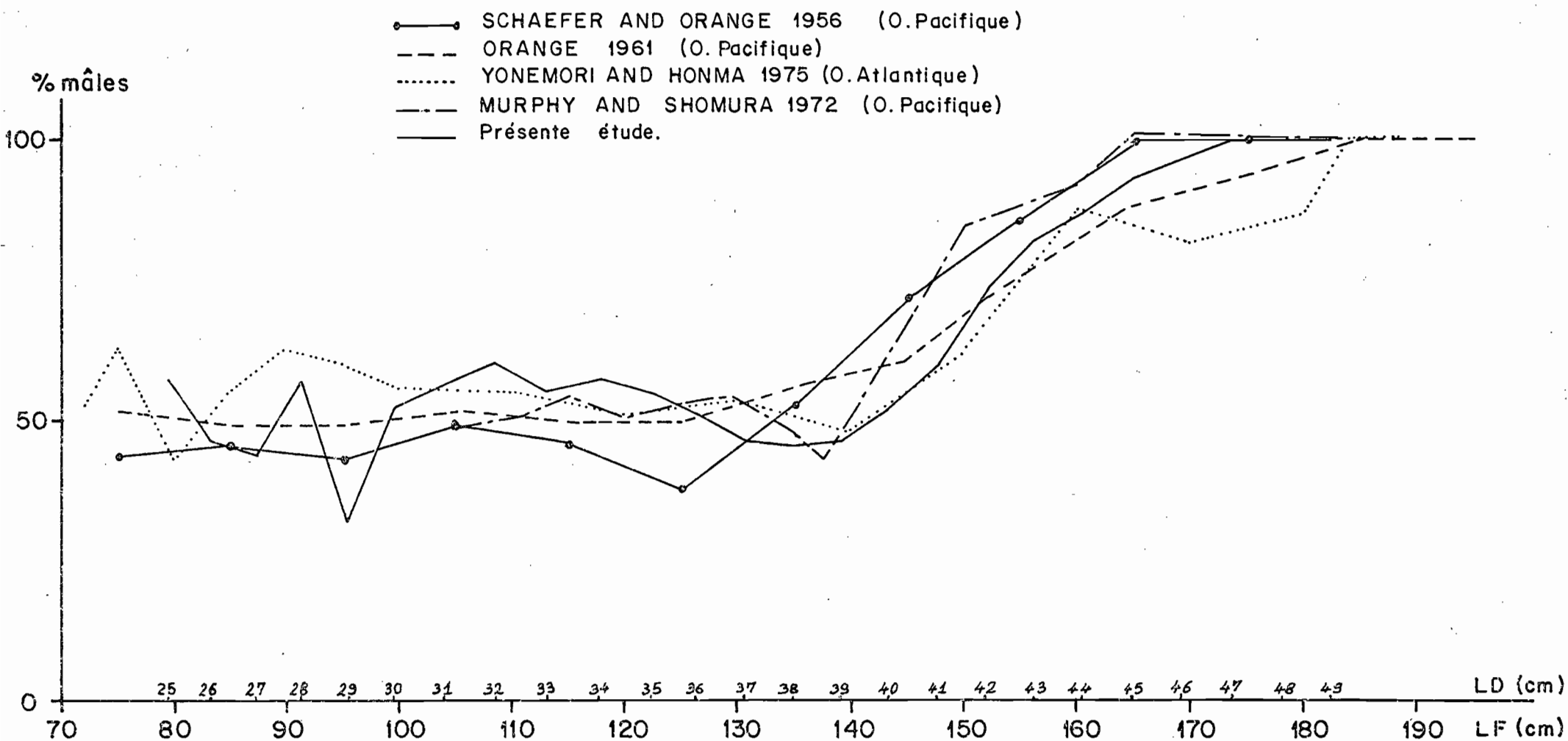


Fig. 36 : Evolution du pourcentage des mâles en fonction de la taille selon différents auteurs.

- le sex-ratio proprement dit (toutes classes de tailles confondues),
- les variations saisonnières pouvant affecter ce rapport,
- les variations dans la proportion des sexes en fonction de la taille ou comme la désignait POSTEL, l'influence du sexe sur la taille.

IX.4.1 Sex-ratio toutes classes de tailles confondues.

La proportion des mâles est, dans notre échantillon, plus importante que celle des femelles : 60% environ des individus dont le sexe est connu. Ces résultats, en accord avec la majorité de ceux publiés aussi bien pour l'océan Atlantique que pour l'océan Pacifique, sont cependant sujets à caution dans leur utilisation. Ils n'intéressent en effet qu'une partie seulement de la population totale, partie que l'on peut appeler la population exploitée (par les senneurs, petits, moyens et grands dans notre cas). Le sex-ratio étant alors lié, non seulement à la proportion "génétique" des sexes, mais aussi à la taille (l'âge), des spécimens, donc à la composition de l'échantillon, ce qui est apparent sur la figure 38.

Il apparaît sur le tableau IX que les valeurs très nettement supérieures à 1 du rapport nombre de mâles/nombre de femelles correspondent à des poissons pêchés à la palangre (pêcherie portant essentiellement sur de gros individus) ou à la senne (pêcherie portant sur toutes les tailles mais recherchant surtout les gros). Le rapport est voisin de un ou inversé pour les petits et moyens thons pêchés à l'appât vivant (C.R.O., Dakar 1969) ou les thons pêchés à la traine (ROSSIGNOL, 1968).

IX.4.2 Variations saisonnières.

Les variations de valeur du sex-ratio dans le temps ou dans l'espace peuvent à notre avis être ramenées au problème de taille précédemment évoqué. Une diminution du rapport nombre de mâles/nombre de femelles correspondant dans bien des cas à un "déplacement" de la pêcherie vers des captures de plus petites tailles.

Les trois aspects du problème semblent donc en fait se ramener à celui que nous allons étudier maintenant.

IX.4.3 Variations avec la taille.

L'étude des variations du sex-ratio avec la taille (fig. 37) met plusieurs points en évidence :

- Aux petites tailles (jusqu'à 29 cm de longueur prédorsale), les mâles sont moins nombreux que les femelles. SCHAEFER et ORANGE attribuent ceci au fait que les mâles immatures sont plus difficiles à identifier que les femelles et donc classés dans les indéterminés.

- Une "remontée" du pourcentage des mâles qui traduit une légère prédominance de ceux-ci jusqu'à 36 cm de longueur prédorsale.

- Malgré un sex-ratio d'ensemble nettement en faveur des mâles, la fréquence des femelles égale ou surpasse celle des mâles pour des tailles comprises entre 36 et 40 cm de longueur prédorsale (126,5 cm à 140 cm).

- Les mâles sont plus nombreux aux grandes tailles (longueur prédorsale supérieure à 40 cm) et leur proportion croît avec la taille.

- Les très gros individus sont exclusivement des mâles.

IX.4.4 Discussion et hypothèses.

Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer ces derniers points :

- 1) - Intervention d'une inversion sexuelle chez les individus âgés.

- 2) - Phénomènes de croissance différentielle liée au sexe.

- 3) - Mortalité naturelle plus élevée des femelles qui expliquerait un sex-ratio 60/40 et par là même, grâce au jeu combiné des mortalités naturelles et par pêche (même supposée égale pour les deux sexes), le peu de femelles rencontrées aux grandes tailles.

- 4) - Mortalités par pêche (capturabilités) différentes pour les mâles et pour les femelles. Les mâles étant plus vulnérables aux engins de pêche (spécialement dans les grandes tailles) que les femelles.

Il semble que l'état actuel de nos connaissances nous permette d'écarter la première hypothèse. Pas un seul cas d'intersexualité ne s'est pré-

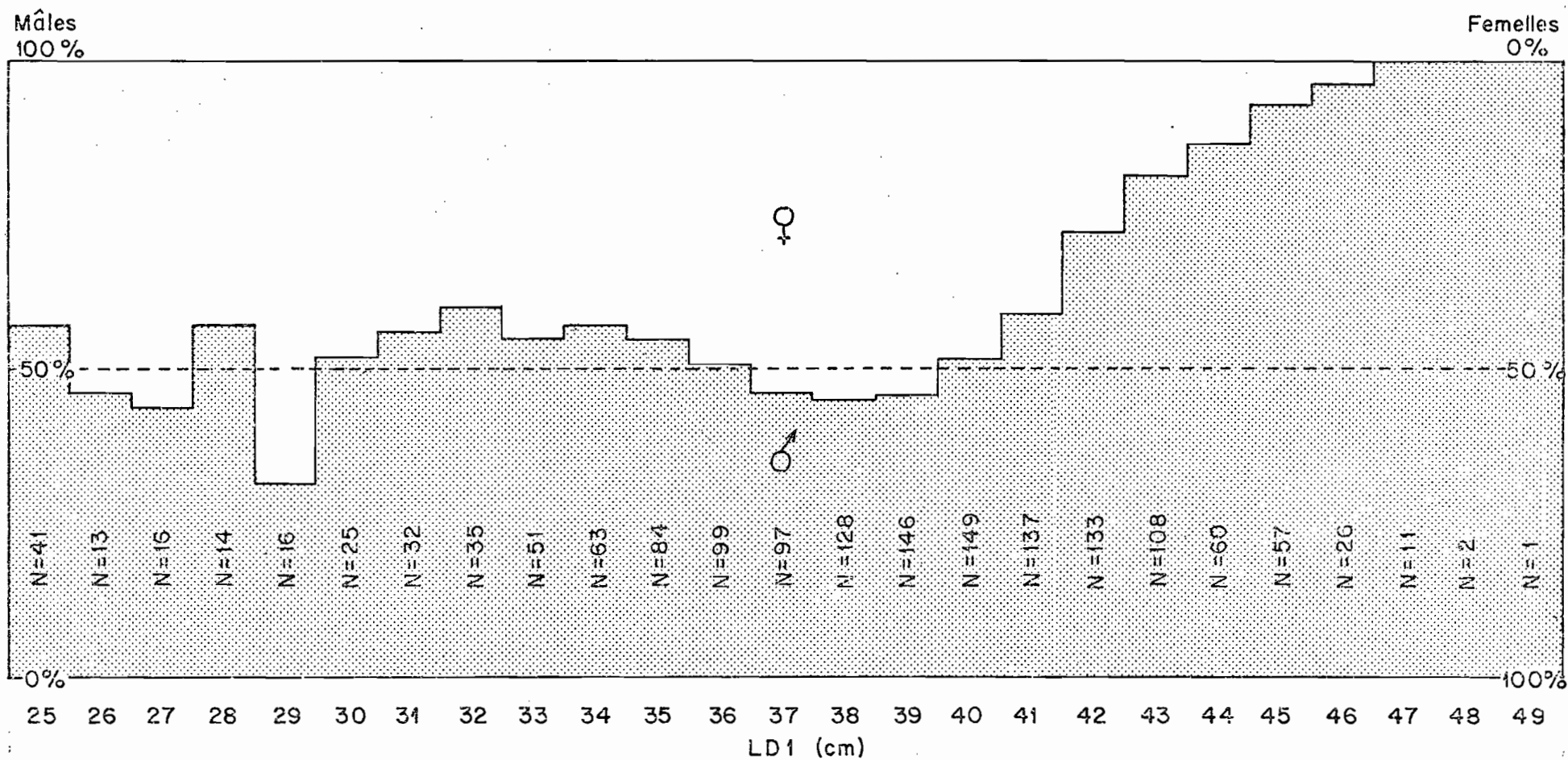


Fig.37: Pourcentages de mâles et de femelles par classe de taille de 1cm de longueur prédorsale (LD1)

senté en vingt-sept mois d'échantillonnage, soit pas un seul sur environ 1 550 individus. De plus, ceci est étayé par l'absence de description d'un tel phénomène chez l'albacore dans les publications ayant trait à ce sujet (1) (THOMAS et RAJU) et donc nous autorise à éliminer l'idée d'un changement de sexe total intéressant une partie importante de la population.

Une sélectivité des engins de pêche liée à un comportement particulier des femelles en période de reproduction a parfois été évoquée à l'appui de la troisième hypothèse. L'influence d'une telle sélectivité sur la proportion des sexes dans les captures semble difficilement explicable. En effet, on observe une convergence des résultats mettant en évidence la prédominance des mâles de grandes tailles et ceci quelque soit l'engin utilisé : thons de surface pris à la senne (OVCHINNIKOV, 1969) ou bien thons profonds pris à la palangre (MURPHY et SHOMURA 1972, YONEMORI ET HONMA 1975). GARCIA (1974) explique en partie les variations du sex-ratio dans la population de crevettes pénéides (Penaeus duorarum notialis) de Côte d'Ivoire par un phénomène de sélectivité différentielle des maillages vis à vis des sexes (pour une même longueur céphalothoracique, la hauteur ou le diamètre du céphalo-thorax des mâles serait moindre et les femelles mieux retenues par le chalut). Un phénomène de même nature ne peut être retenu ici puisque les phénomènes observés apparaissent à des tailles sur lesquelles le maillage des sennes n'a plus aucune influence.

Les auteurs ayant travaillé uniquement sur la pêcherie palangrière ont pensé que les femelles, spécialement en période de reproduction, se nourrissant moins, "mordaient" moins, hypothèse très plausible, mais qui n'explique pas la similitude des résultats avec les thons capturés à la senne. Il paraît donc difficile de parler de sélectivité des engins de pêche, mais on peut peut-être penser à une répartition différentielle, liée à un comportement particulier des grosses femelles en période de reproduction, qui échappent ainsi à la pêcherie.

Rien dans ce que nous connaissons des migrations de l'albacore ne nous laisse supposer un tel comportement : si le gréganisme des albacores

(1) Notons cependant que THOMAS et RAJU signalent quelques cas d'hermaphroditisme chez le listao (Katsuwonus pelamis).

nous a semblé influencé par la taille (l'âge), il ne nous a pas paru y avoir de relation entre celui-ci et le sexe. Rappelons de plus qu'aucune relation n'a été mise en évidence entre le sex-ratio et le cycle sexuel.

Donc si notre échantillon (et celui des autres auteurs cités) est représentatif de la population adulte de l'albacore de l'océan Atlantique, il faut maintenant envisager les hypothèses 2 et 3. Dans l'application des modèles de dynamique des populations, le paramètre M (mortalité naturelle) est généralement estimé assez grossièrement (compris entre 0,6 et 0,8). "Aucune information n'existe sur les variations de M avec l'âge (accroissement ? diminution ?) bien que ces variations soient vraisemblables" (FONTE-NEAU, 1975). Il nous est a fortiori impossible de distinguer et surtout d'analyser l'influence respective des taux de mortalité naturelle des mâles et des femelles sur la répartition du sexe en fonction de la taille. Dans l'état actuel des connaissances, rien ne permet de supposer que les femelles ont une mortalité naturelle plus élevée que celle des mâles. Tout comme YONEMORI et HONMA (1975), LENARZ et ZWEIFEL (1974), KUME et JOSEPH (1966), LEGAND (1960), nous retiendrons que cette hypothèse peut cependant ne pas être exclue.

Il semblerait que l'hypothèse faisant intervenir des taux de croissance différents pour les mâles et les femelles soit la plus vraisemblable (YONEMORI et HONMA 1975, KUME et JOSEPH 1966, LEGAND 1960) et aisément vérifiable par des marquages, sous réserve d'autopsie des recaptures, mais aussi grâce aux récents progrès des méthodes très fines de lecture de l'âge par interprétation des marques de croissance sur les otolithes, travaux menés par BROTHERS (1975), NIDRY et BERRY (1975) et par UCHIYAMA et STRUHSACKER (1975) qui ont réussi à lire et à interpréter les accroissements journaliers sur les otolithes de différentes espèces de thons dont l'albacore.

On peut également considérer la courbe observée (fig. 36) comme la résultante de plusieurs des phénomènes évoqués dans les hypothèses envisagées, chacun intervenant pour une part plus ou moins importante (la part la plus importante pouvant être attribuée au phénomène de croissance différentielle).

LENARZ (1974) examine les effets du sex-ratio de l'albacore de l'Atlantique sur :

- Le rendement par recrue pour les deux types d'engins de pêche (palangre et senne),
- La production d'œufs.

Pour ce faire, il "teste" trois hypothèses :

- 1) - Les différences observées dans le sex-ratio sont des artéfacts et en conséquence, F est le même pour les mâles et pour les femelles (hypothèse 50 : 50),
- 2) - Les femelles de plus de 140 cm ont un taux de mortalité naturelle plus élevé que les mâles, mais sont exploitées au même taux que ceux-ci à toutes les tailles (hypothèse HIGH M pour high mortality).
- 3) - Les femelles ont le même taux de mortalité que les mâles, mais deviennent moins vulnérables à la mortalité par pêche au delà de 140 cm (hypothèse BEH pour behaviour change).

LENARZ en conclut : "it is interesting to note that similar estimates of yield per recruit and relative fecundity are obtained under HIGH M and BEH hypothesis. Thus it appears that research should be directed towards determining whether or not the 50 : 50 hypothesis or one of the other two are valid rather than distinguishing between the HIGH M and BEH hypothesis". Et il ajoute : "this should be a fairly simple matter which would only require a very careful examination of gonad samples of large tunas taken from landed fish". Nos recherches ont pris le sens désiré par LENARZ et ZWEIFEL et nos résultats permettent d'écarter l'hypothèse 1 (50 : 50) pour ne garder que les hypothèses 2 et 3 auxquelles nous avons cru bon d'en ajouter une concernant la croissance.

IX.5 CONCLUSIONS

Les conclusions concernant le sex-ratio et les variations de celui-ci avec la taille s'appuient désormais sur les résultats concordant de plusieurs auteurs et sur un nombre important de données (tableau IX).

Il conviendrait de les appliquer aux études de dynamique de l'espèce (comme ont commencé à le faire LENARZ et ZWEIFEL, 1974) : calcul du rendement par recrue, de la fécondité du stock, tous points pouvant aider à une meilleure connaissance de la relation stock-recrutement.

Ces phénomènes de croissances différentielles des mâles et des femelles peuvent sans doute expliquer en partie les difficultés rencontrées par les divers auteurs qui se sont attachés à établir des relations âge-longueur de l'albacore en suivant les progressions modales dans les fréquences de tailles des poissons débarqués, difficultés à suivre les modes de façon précise au-delà d'une certaine taille (d'un certain âge) qui correspond à la séparation très nette des modes mâles et femelles que l'on peut observer sur la figure 38. On constate que les modes et leurs déplacements liés à la croissance sont faciles à observer jusqu'à l'âge de 4 ans environ. Au-delà, on observe toujours des modes moins nets dont la croissance est difficile à suivre en règle générale (FONTENEAU, 1974).

IX.6 APPLICATION PRATIQUE DE CES RESULTATS : RELATION TAILLE-AGE, COURBE DE CROISSANCE

La croissance de l'albacore a été estimée par la méthode de lecture de l'âge des écailles (YOUNG et al. 1969, YABUTA et al. 1960) et par l'étude des progressions modales dans les distributions de fréquence des tailles (LE GUEN et al. 1969, LE GUEN 1973, MOORE 1951, DAVIDOFF 1963). A l'exception de YABUTA et al. (1960), à notre connaissance, personne n'a considéré les différences liées au sexe. Malheureusement dans leurs données, aucun individu ne dépasse la taille de 119 cm. Or il s'avère, comme le montrent nos propres données et celles de YONEMORI et HONMA (1975), SUDA et SCHAEFER (1965) et DAVIDOFF (1963) que l'analyse des progressions modales ne permet pas la mise en évidence de différences significatives dans le déplacement des modes correspondant à des individus de moins de 120 à 130 cm. On peut donc ne considérer ce dimorphisme sexuel que pour des albacores âgés de trois ans au moins et admettre que jusqu'à environ 130 cm, les individus mâles et les individus femelles ont des taux de croissance qui sont sinon identiques, du moins très voisins. Les paramètres K et L_{∞} de l'équation de VON BERTALANFFY doivent, semble-t-il, avoir des valeurs différentes pour les mâles et les femelles.

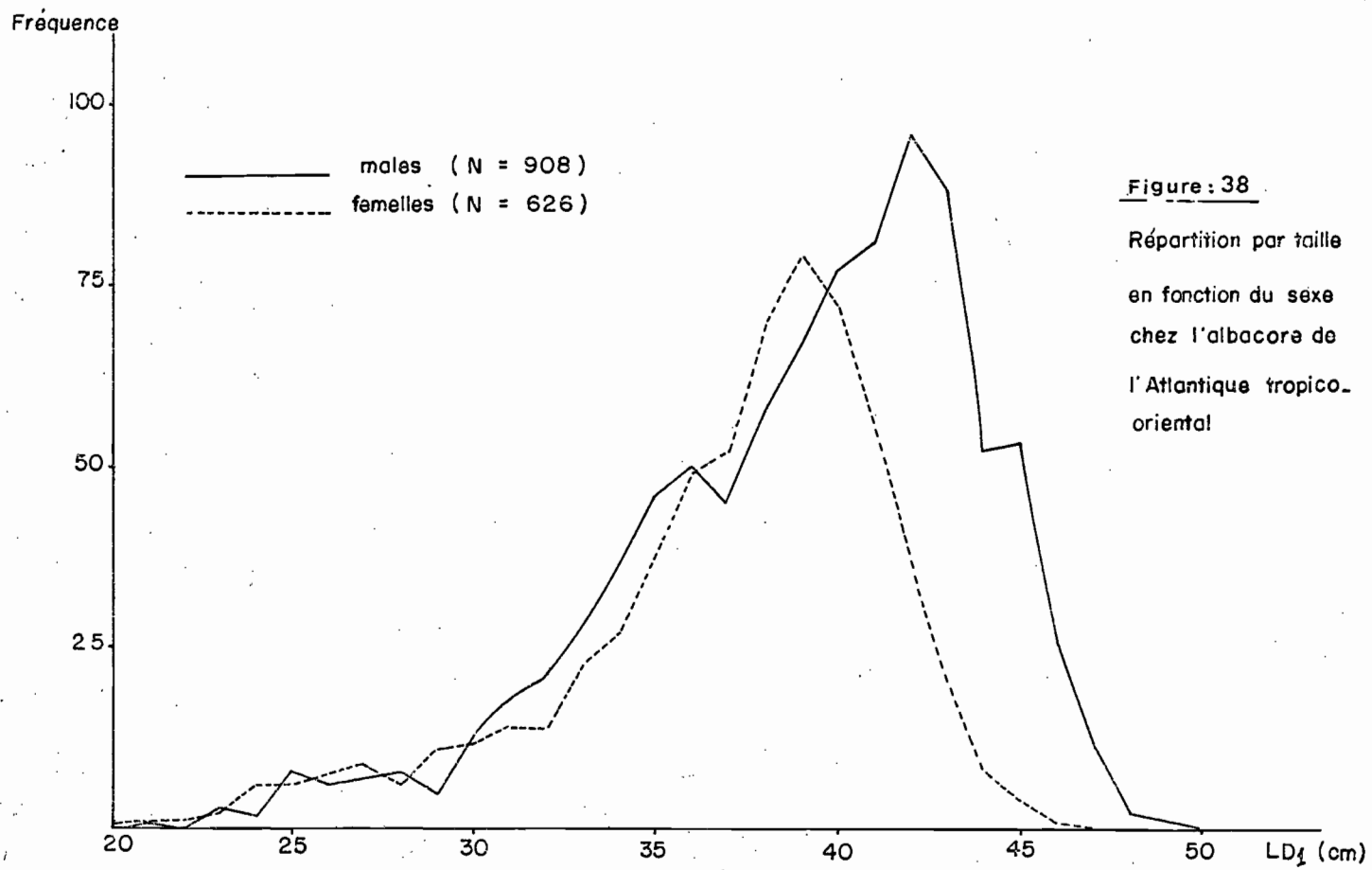


Figure: 38

Répartition par taille
en fonction du sexe
chez l'albacore de
l'Atlantique tropico-
oriental

A ce stade, il n'y aurait donc plus un mode unique correspondant à une classe d'âge, mais deux, légèrement séparés et correspondant l'un aux mâles et l'autre aux femelles.

Le tableau 4, page 182, dans LE GUEN et SAKAGAWA (1973), donne les tailles observées et estimées en fonction de l'âge selon divers auteurs. La moyenne des valeurs estimées et observées correspondant à un âge de 4 ans est de 143,08 cm, soit une longueur prédorsale de 40 cm. Cette valeur correspond au pic observé sur l'histogramme de fréquence de tailles de notre échantillon (figure 39) à $LD1 = 40$, or nous avons vu (fig. 38) que celui-ci se décompose en réalité lorsque l'on tient compte du sexe, en un pic à $LD1 = 42$ cm pour les mâles et un à $LD1 = 39$ cm pour les femelles.

La naissance des albacores ayant lieu dans le Golfe de Guinée durant le premier trimestre (cf. chapitre IV) nous avons considéré les individus échantillonnés au cours de celui-ci pendant les années 1974- 1975 - 1976 et établi les histogrammes des distributions de fréquence des tailles ($LD1$) des mâles et des femelles séparément et ensemble pour chaque année et pour les trois réunies (fig. 40).

Les trois années consécutives marquent très nettement la séparation aux grandes tailles des maximums femelles et mâles se traduisant lorsqu'on les réunit (fig. 40 d) par un pic mâle à $LD1 = 42$ cm et un femelle à $LD1 = 39$ cm, valeurs qui représenteraient donc les tailles moyennes des individus mâles (42 cm) et femelles (39 cm) âgés de 4 ans.

Les statistiques de débarquement de la flotille F.I.S. (BARBE et FONTENEAU 1974 et 1975) ne font pas mention du sexe des individus. Nous avons essayé de leur appliquer la relation sex-ratio/taille décomposant ainsi selon la méthode employée par GARCIA et ALBARET (1976) les distributions de fréquence de taille établies sans distinguer les sexes. Les histogrammes ainsi obtenus séparément pour les mâles et les femelles en 1974 et 1975 (fig. 41) sont tout à fait semblables à ceux obtenus par la distinction réelle des mâles et des femelles dans notre échantillon (fig. 38).

Les pics obtenus correspondent à des valeurs de $LD1 = 39$ cm pour les femelles et 42 cm pour les mâles en 1974 et de 40 cm pour les femelles et 42 cm pour les mâles en 1975.

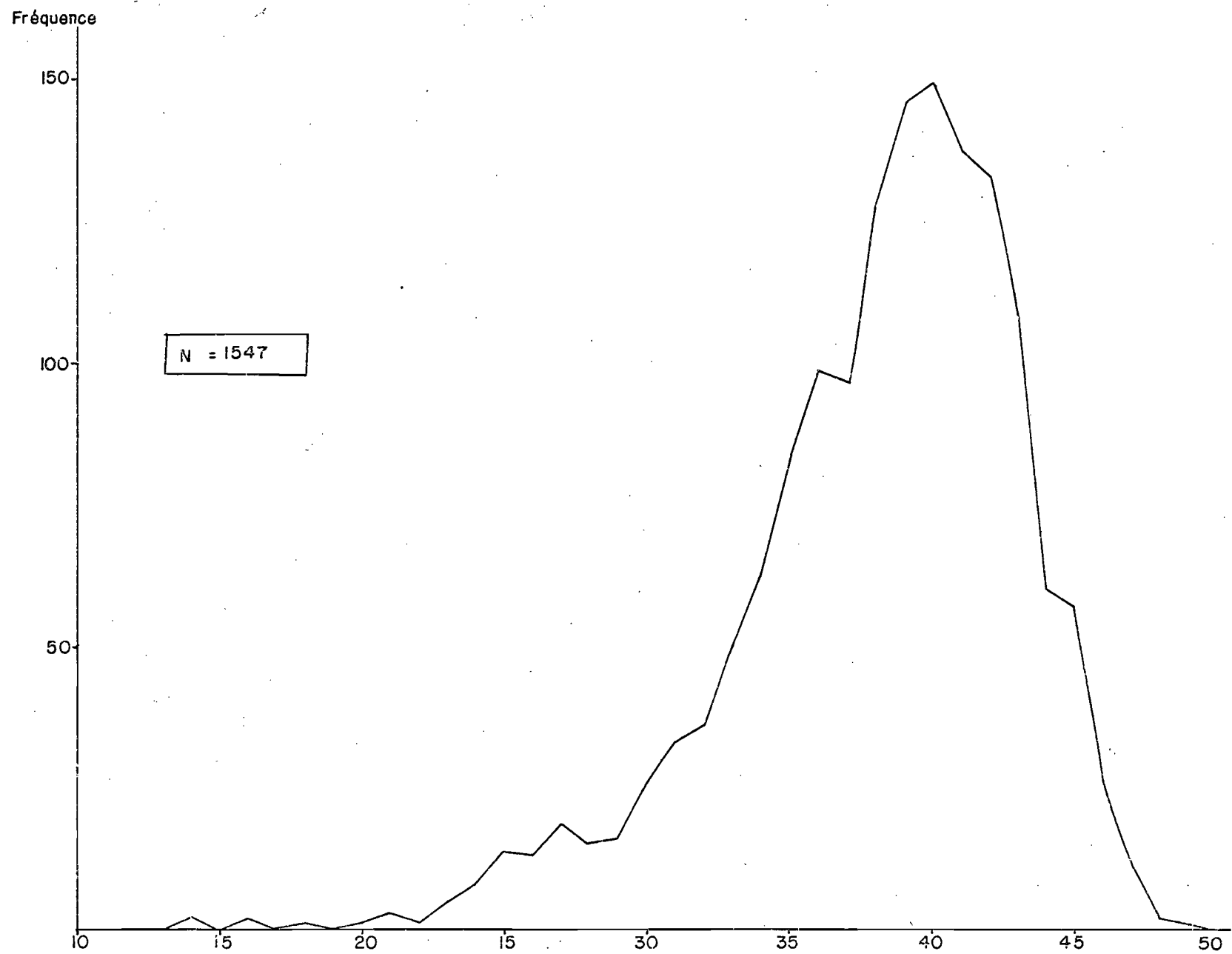


Fig. 39 : Distribution de fréquence des albacores échantillonnés (longueur prédorsale) LD4 (cm)

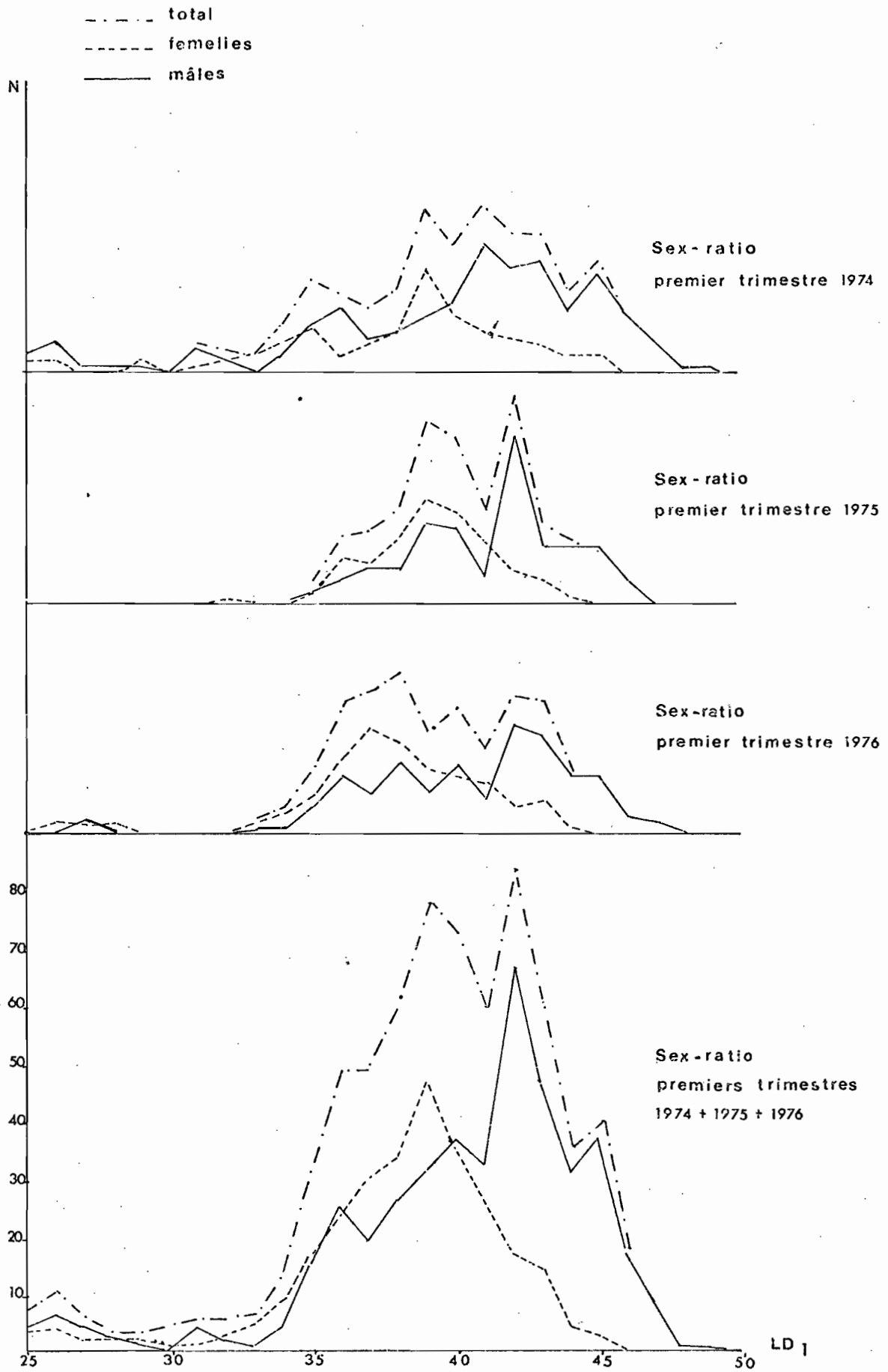


Figure 40

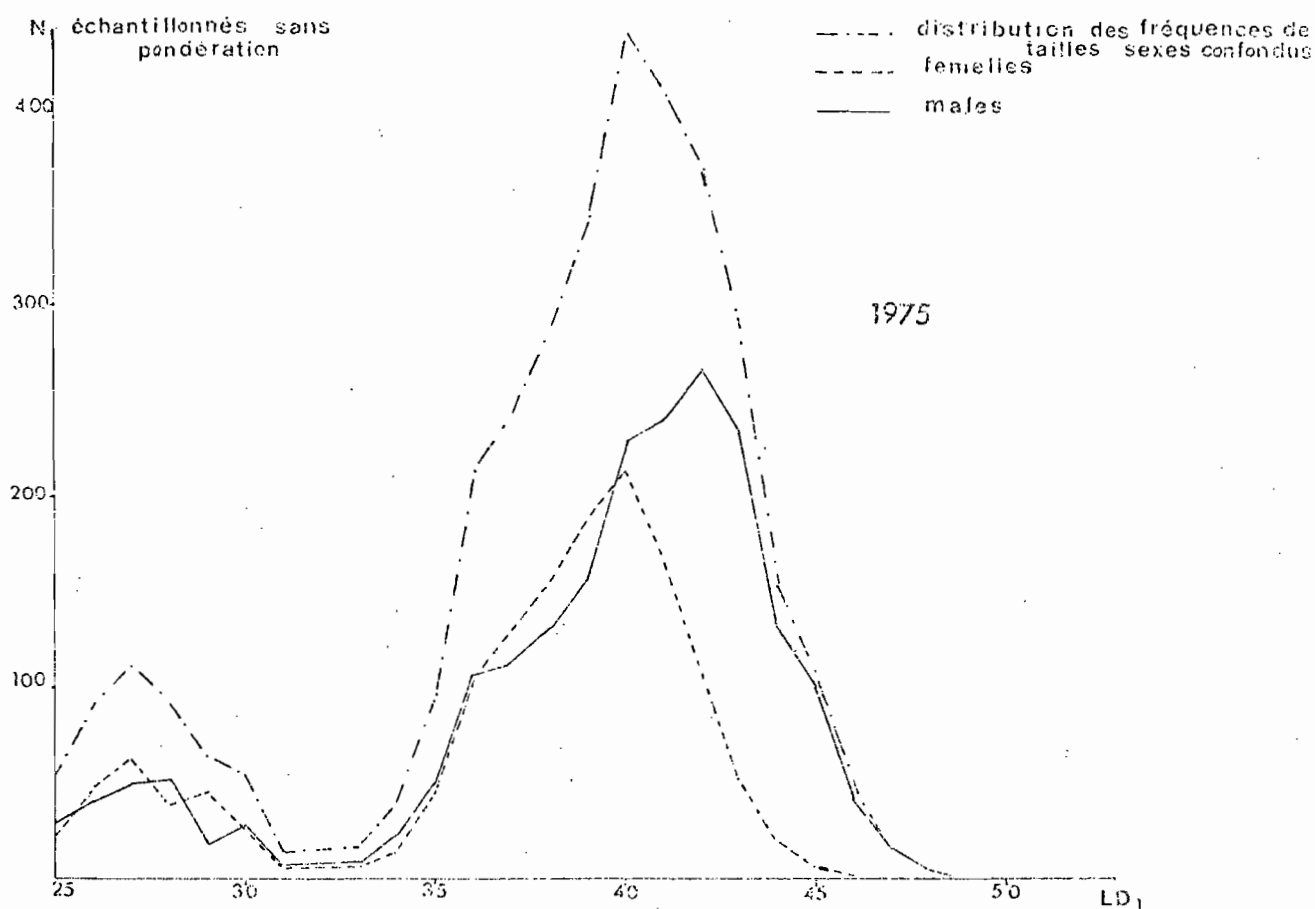
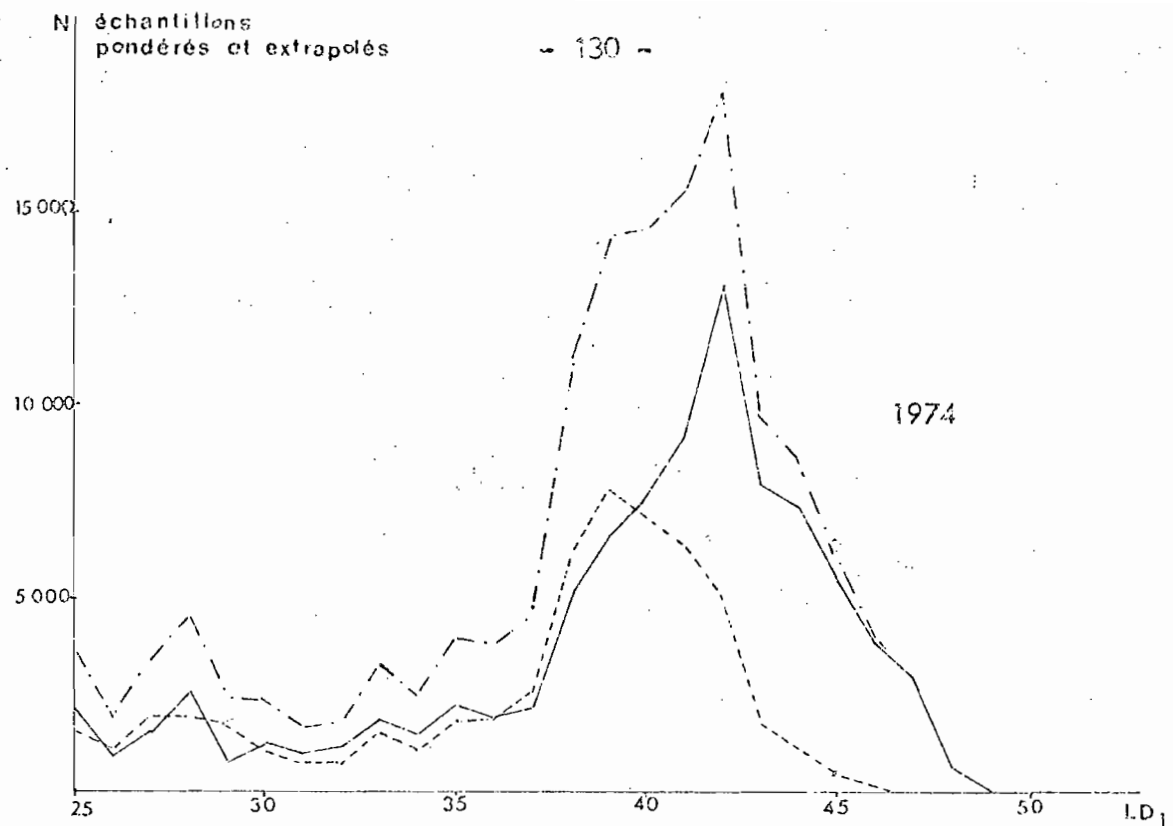


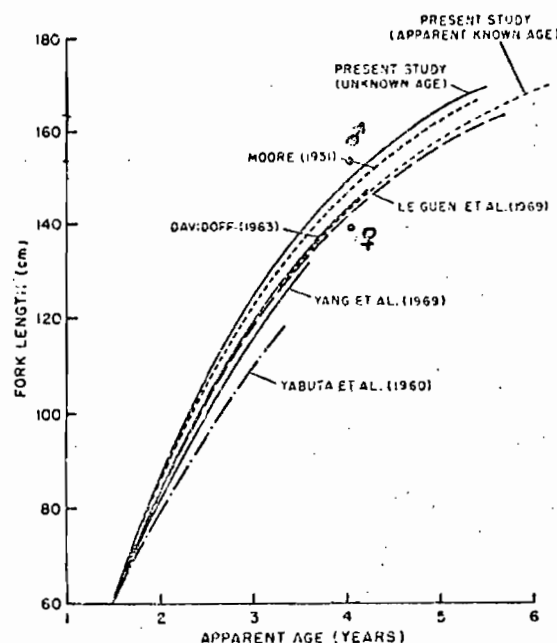
Figure 41 : Application de la relation sex-ratio taille à la distribution de fréquence des LD₁ (débarquements des sennours en 1974 et 1975)

Il nous a paru intéressant de situer les valeurs 42 et 39 cm, tailles moyennes respectives des mâles et des femelles à un âge présumé de 48 mois, par rapport aux courbes de croissance existant pour l'albacore. Nos deux valeurs "encadrent" toutes les courbes de croissance réunies sur la figure 42 empruntée à LE GUEN et SAKAGAWA (1973). La courbe de LE GUEN et SAKAGAWA (1) passe pratiquement exactement entre ces deux points pour rejoindre à cinq ans, la "courbe des mâles" (LD1 = 45 cm, soit LF = 165 cm, étant la valeur observée pour les mâles de 5 ans sur les histogrammes de fréquence des tailles). Alors que celle de Davidoff (fig. 42) passe beaucoup plus près de la valeur femelle, ce que l'on peut expliquer par l'absence dans ses données de valeurs supérieures à 148 cm (LD1 = 41 cm).

FONTENEAU (1974), dans sa conclusion à l'étude des simulations stochastiques des structures démographiques appliquées aux populations d'albacores, estime que la concordance entre la taille et l'âge est (bien que satisfaisante) fonction des variabilités individuelles dans la croissance qu'il faut déterminer. A notre sens, celles-ci sont liées au dimorphisme sexuel intéressant la taille en ce qui concerne les individus de plus de trois ans.

Notons enfin qu'il serait intéressant d'étudier parallèlement des thons d'espèces différentes chez lesquels la prédominance des mâles aux grandes tailles a également été reconnue (tableau XI). Une courbe de croissance "fourchée" (tronc commun jusqu'à 135 cm environ, puis une branche supérieure mâle et une inférieure femelle) ayant déjà été avancée pour le patudo par SHOMURA et KEALA (1962).

Figure 42



(1) LE GUEN J.C. et SAKAGAWA G.T. (1973) fig. 8 p. 181.

Auteurs	Localisation géographique	Espèces	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Total	% Mâles	% Femelles	Mâles Femelles	Nombre de femelles pour 1 mâle 1 : 1	Engins de pêche
MONTE (1964)	ATL. (Brésil)	Black-fin	<u>59</u>	<u>35</u>	94	62,8	37,2	1,69	1 : 0,6	Traine
KUME and JOSEPH (1966)	PAC. (est)	Patudo	<u>36 740</u>	<u>24 994</u>	61 734	59,5	<u>40,5</u>	1,47	1 : 0,7	Palangre
OTSU and HANSEN (1962)	PAC. (central-sud)	Germon	<u>990</u>	<u>782</u>	1 772	55,9	44,1	1,27	1 : 0,8	Palangre
POSTEL (1964)	ATL. (Golfe Guinée)	Germon	<u>21</u>	<u>12</u>	33	63,6	36,4	1,75	1 : 0,6	Palangre
BARD (1974)	ATL. (nord)	Germon			844	<u>47,3</u>	<u>52,7</u>	0,90	1 : 1,1	Surface
BEARDSLEY (1971)	ATL.	Germon				<u>61,8</u>	<u>38,2</u>	1,62	1 : 0,6	Palangre

TABLEAU XI : TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE SEX-RATIO

 DE QUELQUES ESPECES DE THON.

CONCLUSION

Après avoir rappelé la position systématique de l'albacore et évoqué les problèmes d'échantillonnage inhérents à une étude de ce type, nous avons situé notre échantillon par rapport aux captures des thoniers senneurs pendant les deux années 1974 et 1975 correspondant à notre période d'étude.

Une échelle de maturation des femelles en six stades, définis par des critères macroscopiques de coloration, de consistance, de vascularisation des ovaires et par le degré de visibilité des ovocytes au travers de la paroi ovarienne, a été établie. L'utilité et la validité de l'échelle de maturation ont été discutées. On a reconnu son imprécision lors de la distinction entre les stades III et V. La méthode, d'application rapide constitue un bon outil de terrain. Elle doit toutefois être complétée par des méthodes plus fines.

L'étude des variations saisonnières d'un rapport gonado-somatique particulier (gonad-index), durant trois cycles de reproduction montre que les périodes d'activité et de repos sexuel sont nettement marquées et semblent stables d'une année à l'autre. Le Golfe de Guinée et plus particulièrement le secteur dit des "Iles" constitue bien une zone de ponte importante de l'albacore dans l'océan Atlantique. Le cycle de ponte peut y être schématisé de la façon suivante : la maturation sexuelle s'achève en novembre et décembre ; le maximum de ponte a lieu en janvier et février ; l'activité sexuelle décline ensuite progressivement au cours des mois de mars, avril et mai. En juin, débute une période de repos sexuel qui dure jusqu'au mois d'octobre. Au cours de celui-ci, une légère reprise de l'activité sexuelle peut parfois être notée. Ces résultats sont confirmés par d'autres observations notamment celles concernant la recherche de larves.

L'étude de la structure des ovaires (mensurations d'ovocytes, coupes histologiques) confirme la validité des stades sexuels précédemment mis en évidence. Les distributions de fréquence des ovocytes et ovules intraova-

riens, de type plurimodal, suggèrent l'existence d'un fractionnement des pontes. Les groupes modaux sont en général au nombre de trois pour des femelles ayant atteint un stade de maturation avancé. Nos résultats semblent montrer l'impossibilité de déterminer la valeur modale des diamètres des ovocytes du mode le plus avancé à partir de la valeur du gonad-index.

La fécondité individuelle varie entre 1 et 6 millions d'ovocytes. La fécondité moyenne augmente avec l'âge. Des relations entre la fécondité et divers paramètres ont été calculées ; les meilleurs coefficients de corrélation ont été obtenus pour celles liant le nombre d'oeufs pondus au poids des gonades et au gonad-index. L'incorporation des paramètres de fécondité dans un modèle de simulation de la pêcherie d'albacore de l'Atlantique inter-tropical oriental montre que de 1955 année de début de l'exploitation à 1975 la "fécondité potentielle" a diminué régulièrement.

L'étude histologique a permis de suivre l'évolution de la structure générale microscopique des ovaires en rapport avec le gonad-index d'une part, et la maturation de l'ovocyte d'autre part. Elle a également permis de caractériser quelques uns des stades de la maturation sexuelle des mâles.

La notion de taille à la première maturité a été précisée et définie. Cette taille a été fixée à 32 cm de longueur prédorsale.

Les mâles se sont révélés plus abondants que les femelles dans notre échantillon (60% de mâles). Aucune relation entre la proportion des sexes et le cycle sexuel n'a pu être mise en évidence. La prédominance numérique des mâles aux grandes tailles et leur présence exclusive chez les individus de plus de 45 cm de longueur prédorsale nous ont conduit à envisager plusieurs hypothèses. Nous avons retenu comme la plus probable celle faisant intervenir des taux de croissance différents pour les mâles et les femelles. Les résultats de l'étude des variations du sex-ratio avec la taille suggèrent la nécessité de tenir compte des différences de tailles liées au sexe dans les études de croissance de l'albacore.

La dynamique des populations cherche à assurer une gestion rationnelle des stocks. La relation liant le stock au recrutement dépend de facteurs complexes dont certains sont liés à l'abondance du stock lui-même alors que les autres relèvent des conditions d'environnement.

Les résultats concernant la taille à la première maturité, la fécondité et le sex-ratio associés aux analyses des statistiques de débarquement concourent à la détermination du potentiel de reproduction d'un stock. Ils contribuent donc à la connaissance des facteurs liés à l'abondance du stock ("density dependent" des anglo-saxons).

Un niveau de fécondité trop bas peut provoquer la quasi-disparition de la population exploitée par suite d'un trop faible recrutement. Ce niveau ne peut malheureusement être connu qu'a posteriori. On peut cependant estimer qu'il doit être proche des valeurs critiques observées lors de l'effondrement de stocks aux caractéristiques voisines.

Les facteurs du second type liés à l'environnement sont responsables de la variabilité que l'on observe dans l'importance du recrutement d'une année à l'autre, même avec un stock constant, pour certaines espèces, en particulier les espèces pélagiques (besoins nutritionnels, certains types de prédation, concordance des périodes et zones de ponte et des conditions "favorables" aux larves ...). Il s'agit là de recherches extrêmement complexes actuellement en cours pour plusieurs espèces. Pour l'albacore les résultats de la présente étude peuvent servir de base à la programmation de recherches de ce type.

B I B L I O G R A P H I E

- ALBARET J.J. (1975) - Maturité sexuelle, fécondité et sex-ratio de l'albacore (Thunnus albacares, Bonnaterre) du Golfe de Guinée. Résultats préliminaires. I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/75, nov. 1975, 14 p.
- ALBARET J.J. et GERLOTTO F. (1976) - Biologie de l'ethmalose (Ethmalosa fimbriata Bowdich) en Côte d'Ivoire. I. Description de la reproduction et des premiers stades larvaires. Doc. Scient. Centre Recherches océanogr. Abidjan, 7(1), juillet 1976, pp. 113-133.
- ALBARET J.J., CAVERIVIERE A. et SUISSSE de SAINTE CLAIRE E. (1975) - Périodes et zones de ponte de l'albacore Atlantique d'après études du rapport gonado-somatique et des larves. Résultats préliminaires. I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/77, nov. 1975, 13 p.
- BAGLIN R.E. (1975) - A preliminary study of the gonadal development and fecundity of the western Atlantic bluefin tuna. I.C.C.A.T. Collective Volume of Scient. Papers, vol. V, pp. 279-289.
- BARBE F. et FONTENEAU A. (1974) - Statistiques de pêche de la flotille F.I.S. en 1974. Doc. I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/69.
- BARBE F. et FONTENEAU A. (1975) - Statistiques de pêche de la flotille F.I.S. au 30 septembre 1975. Doc. I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/70., 7 p.
- BATTS B.S. (1972) - Sexual maturity, fecundity and sex-ratio of the skipjack tuna, Katsuwonus pelamis (Linnaeus) in North Carolina waters. Transactions of the American Fisheries Society Vol. 101 n°4, pp. 626-637.
- BEARDSLEY G.L. (1971) - contribution to the population dynamics of Atlantic albacore with comments on potential yields. Fish. Bull. (U.S.), 69 (4), pp. 845-857.
- BELLON L. (1954) - Rapport préliminaire sur le Neothunnus albacora (Lowe) avec des indications sur le N. macropterus (Temmin. et Schl.), Inst. Esp. Oceanogr. Publication Especial.
- BOUGIS P. (1952) - Recherches biométriques sur les rougets (Mullus barbatus L., Mullus surmuletus L.) Arch. Zool. Exp. Gen., 89 (2).
- BROTHERS E. (1975) - Growth of tunas on fine structure of the otoliths. Paper presented at the 26 th Tuna Conference, Lake Arrowhead California, 29 septembre 1975.
- BUCHANAN - WOLLASTON H.J. (1923) - The spawning of plaice in the southern part of North sea in 1913-14, Fishery Invest. II, Vol. 5, n°2, pp. 1-36.
- BUNAG D.M. (1956) - Spawning habits of some Philippine tuna based on diameter measurements of the ovarian ova., Philipp. J. Fish., 4 (2), pp. 145-177.
- BURD A.C. and HOWLETT G.I. (1974) - Fecundity studies on North Sea Herring. J. Cons. Int. Explor. Mer, 35 (2), pp. 107-120.

- CAVERIVIERE A. (1975) - Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. Rapport Préliminaire I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/73, nov. 1975, 8 p.
- CHAMPAGNAT C. (1975) - Structure de la population d'albacores de l'Atlantique Tropical Oriental. I.C.C.A.T. Madrid, S.C.R.S./75/101.
- CUVIER G. (1829) - Le règne animal, distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. Paris, Fortin, Masson et Cie, 2 ed., Vol. 2, pp.117-314.
- DA FRANCA M.L.P. (1959) - Contribução para o conhecimento da maturacao sexual dos atuns de angola. Notas mimeografados do Centro de biologia piscatoria. n°3.
- DAVIDOFF E.B. (1963) - Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean 1951-1961. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 8 (4), pp. 199-251.
- DUCROZ J. (1964) - Contribution à l'étude histologique du cycle sexuel ovarien de Neothunnus albacora. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., Vol. II, 3.
- DUNG D.I. and ROYCE W.F. (1953) - Morphometric measurements of Pacific scombrids. Spec. Sci. Rep. U.S. Fish Wild. Serv. - Fish, (95), 170 p.
- FARRAN G.P. (1938) - On the size and number of ova of Irish herring. I. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 13 pp. 91-100.
- FONTANA A. (1969) - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles Sardinella eba (Val.) et Sardinella aurita C. et V. de la région de Pointe-Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. Vol. VII, n°2, pp. 101-104.
- FONTANA A. et LE GUEN J.C. (1969) - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de Pseudolithus fonticulus elongatus. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., Vol. VII, n°3, pp. 9-19.
- FONTANA A. et PIANET R. (1973) - Biologie des sardinelles, Sardinella eba (Val) et Sardinella aurita (Val.) des côtes du Congo et du Gabon. Document O.R.S.T.O.M. n°31, N.S., 06 juillet 1973, 31 p.
- FONTENEAU A. (1974) - Simulations stochastiques des structures démographiques. Application aux populations d'albacores Thunnus albacares. Doc. Scient. Centre Recherches Océanogr. Abidjan, 5 (3-4), déc. 1974, pp. 53-62.
- FONTENEAU A. (1975) - Note sur les problèmes d'identification du bigeye dans les statistiques de pêche. I.C.C.A.T., Recueil de doc. Scient., Vol. V (1), pp. 168-171.
- FONTENEAU A. (1974) - Modèle de simulation de la pêcherie d'albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. I.C.C.A.T., Recueil de doc. Scient. Vol. III, pp. 85-102.
- FONTENEAU A. (1975) - Programme de simulation de la pêcherie d'albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., Vol. XIII (1), pp. 79-97.

- FONTENEAU A. et CAVERIVIERE A. (1973) - Application des modèles de Schaefer et dérivés aux populations d'albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. I.C.C.A.T., Recueil de Documents Scient. Vol II, S.C.R.S./73/13, pp. 94-110.
- FONTENEAU A. and LENARZ W.H. (1974) - Cohort analysis of the eastern Atlantic fishery for yellowfin tuna. I.C.C.A.T. Collective Volume of Scientific Papers, Vol. II, pp. 57-77.
- FONTENEAU A. et PIANET R. (1975) - Analyse de la situation de la pêche d'albacore de l'Atlantique de l'Est. I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/74.
- GRADE F. (1931) - Necthunnus albacora (Lowe 1839). Faune ichthyol. Atlan. N. 8.
- GRADE F. (1937) - Recherches sur la maturité sexuelle du thon rouge de l'Atlantique et de la Méditerranée. Bull. Soc. Port. Sc. Nat. XII (28), pp. 243-250.
- GRADE F. (1937) - Recherches biométriques sur la maturité sexuelle du thon rouge. C.R. XII ème congrès Intern. Zool. Lisbonne, pp. 2137-2142.
- FRANZ V. (1910 a) - Die Eiproduktion der Scholle (Pleuronectes platessa L.) Wiss. Meeresunters, Helgoland, N.F. Vol. 9, pp. 59-141.
- FRANZ V. (1910 b) - Zur Eiproduktion der Scholle (Pleuronectes platessa L.) Nachtrage. Wiss. Meerunters, Helgoland, N.F. Vol. 9, pp. 217-224.
- FRASER-BRUNNER A. (1950) - The fishes of the family Scombridae. Ann. Mag. Nat. Hist., sér. 12, 3 (26), pp. 131-163.
- FULTON T.W. (1891) - The comparative fecundity of sea-fishes. Fishes board Scotland, 9th Ann. Rep. Part. 3, pp. 243-268.
- GARCIA S. (1974) - Biologie de Peaneus duorarum notialis en Côte d'Ivoire. IV Relation entre la répartition et les conditions du milieu. Etude des variations du sex-ratio. Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, V (3-4), pp. 1-39.
- GARCIA S. et ALBARET J.J. (1976) - Utilisation de la relation sex-ratio/taille pour la décomposition par sexe des structures démographiques. Sous presse.
- GIBBS R.H. and COLLETTE B.B. (1967) - Comparative anatomy and systematics of the tunas, Genus Thunnus. U.S. Fish. Wild serv. Fish. Bull. 66 (1), pp. 65-130.
- GUNTHER A. (1860) - Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the British Museum. London, Taylor and Francis Ltd, Vol. 2, pp. 362-366.
- HAYASI S. (1972) - Biological views for conservations of yellowfin tuna in the Atlantic ocean, based on information obtained up to october 1972. Document I.C.C.A.T., S.C.R.S./72/21, 16 p.
- HAYASI S. (1973) - A hypothesis on population structure of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean, mainly based on longline data. I.C.C.A.T., Doc. S.C.R.S./73/17.

- HAYASI S., HONMA M. and SUZUKI Z. (1972) - A comment to rational utilization of yellowfin tuna and albacore stocks in Atlantic Ocean. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 7 pp. 71-112.
- HISADA K. (1973) - Investigations on tuna hand-line fishing grounds and some biological observations on yellowfin tunas caught in the north-western Coral Sea. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 8 pp. 35-69.
- HONMA M. (1973) - Calculation of yield - per - recruit and relative stock fecundity for fish populations with age - dependent natural mortality. Japan Far Seas Fish. Res. Lab. Bull., n° 9, pp. 177-199.
- HONMA M. and HISADA K. (1971) - Population structure of the yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Far Seas Fish. Res. Lab. Bull. n°4, pp. 93-124.
- HJORT J. (1910) - Report on herring investigations until January 1910. Publ. Circ. Cons. Explor. Mer, n° 53.
- HOLLIDAY F.G.T. (1958) - The spawning of herring. Scot. Fish. Bull., 10, pp. 11-13.
- HU F. and YANG R.T. (1972) - A preliminary study on sexual maturity and fecundity of skipjack tuna. Journal of the Fisheries Society of Taiwan. Vol. 1, n° 1, mars 1972.
- JOHANNSEN A.C. (1919) - On the large spring spawning sea herring (Clupea harengus L.) in the North-West European Water. Medd. Komm. Havundersog, Kbh, Fisheri 5, p. 8.
- JORDAN D.S. and EVERMANN B.W. (1896) - The fishes of North and Middle America. Bull. U.S. Nat. Mus. 47.
- JOSEPH J. (1963) - Fecundity of yellowfin tuna (Thunnus albacares) and skipjack (Katsuwonus pelamis) from eastern Pacific Ocean. I.A.T.T.C., Bull. Vol. VII, n° 4.
- JUNE F.C. (1953) - Spawning of yellowfin tuna in Hawaiian waters. Fish. Bull., U.S., 54 (77), pp. 47-64.
- KIKAWA S. (1966) - The distribution of maturing big eye and yellowfin and an evaluation of their spawning potential in different areas in the tuna longline grounds in Pacific Reports of Nankai Regional Fisheries. Research Laboratory n° 23, 1966, pp. 131-208.
- KLAWE W.L. (1963) - Observations on the spawning of four species of tuna (Neothunnus macropterus, Katsuwonus pelamis, Auxis thazard and Euthynnus lineatus) in the Eastern Pacific Ocean, based on distribution of their larvae and juveniles. I.A.T.T.C., VI (9), 1963.
- KLAWE W.L., PELLA J.J. and LEET W.S. (1970) - The distribution, abundance and ecology of larval tunas from the entrance to the Gulf of California. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., 14 (4), pp. 507-544.
- KUME S. and JOSEPH J. (1966) - Size composition, growth and sexual maturity of big eye tuna, Thunnus obesus (Lowe), from the Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean. Bull. I.A.T.T.C., Vol. n°2.

- LE DANOIS E. (1954) - Résumé de nos connaissances actuelles sur l'albacore ou yellowfin tuna (Thunnus albacares Bonnaterre). Bull. Inst. Franç. Afr. Noire (A), 16 (1), pp. 283-294.
- LE GALL J.Y. (1972) - Biologie larvaire et développement des thons. Des larves et des zones de ponte à l'élevage en enclos marins et à l'alevinage des océans. La pêche maritime n° 1132, juillet 1972, pp. 570-574.
- LEGAND M. (1960) - Longueur répartition des sexes et maturation sexuelle des thons à nageoires jaunes de Nouvelle Calédonie. Rapport Scient. Inst. Franç. Océanie, 11, pp. 6-20.
- LE GUEN J.C. (1973) - Croissance des albacores (Thunnus albacares). Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, IV (3), sept. 1973, pp. 1-28.
- LE GUEN J.C., SAKAGAWA G.T. (1973) - Apparent growth of yellowfish tuna from the eastern Atlantic ocean. Fish. Bull. 71 (1), pp. 175-187.
- LENARZ W.H. (1974) - Length-weight relations for five Atlantic scombrids. Fish. Bull. (U.S.), 72, pp. 848-851.
- LENARZ W.H., FOX W.W., SAKAGAWA G.T. and ROTHSHILD B.J. (1974) - An examination of the yield per recruit basis for a minimum size regulation for Atlantic yellowfin tuna, Thunnus albacares. Fish. Bull. (U.S.), 72, pp. 37-61.
- LENARZ W.H. and ZWEIFEL J.R. (1974) - A theoretical examination of some aspects of the interaction between longline and surface fisheries for tunas. Southwest fisheries center Administrative report n° LJ-74-46. I.C.C.A.T., S.C.R.S./74/27, nov. 1974.
- LOVERN J.A. and WOOD H. (1937) - Variations in the chemical composition of the herring. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 22, pp. 281-293.
- LOWE R.T. (1839) - A supplement to a synopsis of the fishes of Madeira. Proc. Zool. Soc. Lond. 7, pp. 76-92.
- MARCHAL E. (1963) - Description des stades postlarvaires et juvéniles de quatre espèces de Scombridae de l'Atlantique tropical oriental. Mémoires I F A N n°68, Mélanges Ichtyologiques pp. 201-240.
- MARCILLE J. and SUZUKI Z. (1974) - Distribution of skipjack caught by Japanese tuna longline fishery in the indian ocean. Bull. Far Seas Fisheries laboratory, n° 10, pp. 87-107, June 1974.
- MARR J.C. (1948) - Observations on the spawning of oceanic skipjack (Katsuwonus pelamis) and yellowfin tuna (Neothunnus macropterus) in the Northern Marshall Islands. U.S. Fishwild. Serv. Fish. Bull., 51 (44) pp. 201-206.
- MATSUI K. (1942) - The gonads of skipjack from Palao waters. Spec. Scient. Rep. U.S. Fish. Wild. Serv. (20), pp. 1-6.
- MAZEIKA P. (1968) - Mean monthly sea surface temperatures and zonal anomalies of the tropical Atlantic serial Atlas of the marine environment. Folio 16, Am. geogr. Soc. New-York, 13 p.

- MOORE H.L. (1951) - Estimation of age and growth of yellowfin tuna (Neothunnus macropterus) in Hawaiian waters by size frequencies. Fish. Bull., U.S., pp. 131-149.
- MORI K. (1970) - A consideration on the spawning of tunas especially of the yellowfin tuna (Thunnus albacares) in the adjacent sea of the Pacific coast of Japan. Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab., 3, pp. 215-222.
- MURPHY G. and SHOMURA R. (1972) - Pre-exploitation abundance of tunas in the equatorial Pacific. Fish. Bull. (U.S.), 70 (3), pp. 875-913.
- NAKAMURA H. (1949) - Tunas and their fisheries. Tokyo, Takenchi-Shobo. 118 p. (in Japanese).
- ORANGE C.J. (1961) - Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern Tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull., Vol. 5, n°6, pp. 459-526.
- OTSU T. and HANSEN J.H. (1962) - Sexual maturity and spawning of the albacore in the Central South Pacific Ocean. Fish. Bull. (U.S.) 62, pp. 151-160.
- OTSU T. and UCHIDA R.N. (1959) - Sexual maturity and spawning of albacore in the Pacific Ocean. Fish. Bull. (U.S.), 59 (148), pp. 287-305.
- OVCHINNIKOV V.V. (1969) - Yellowfin and big eye tuna of the Gulf of Guinea. Rybnocoe Khozyarstvo, n° 11, pp. 8-9, nov. 1969.
- REGAN C.T. (1909) - On the anatomy and classification of the Scombroid fishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (8), 3 (13), pp. 66-75.
- RICHARDS W.J., SIMMONS D.C., JENSEN A., MANN W.C. (1969) - Tuna larvae (pisces Scombridae) collected in the North-Western Gulf of Guinea, GERONIMO cruise 3, 10 February to 26 April 1964. U.S. Fish Wild. Serv., Data Rep. 35, 19 p.
- RICHARDS W.J., SIMMONS D.C., JENSEN A. and MANN W.C. (1969) - Larvae of tuna and Frigate mackerel (Pisces, Scombridae) collected in the North-Western Gulf of Guinea, GERONIMO cruise 4, 5 August to 13 October 1964. U.S. Fish. Wild Serv. Data Rep., 37, 17 p.
- RICHARDS W.J., SIMMONS D.C., JENSEN A., MANN W.C. (1969) - Larvae of tuna and Frigate mackerel (Pisces, Scombridae) collected in the North-Western Gulf of Guinea and off Sierra Leone, GERONIMO cruise 5, 10 February to 19 April 1965. U.S. Fish. Wild. Serv. Data Rep, 40.
- ROSSIGNOL M. (1968) - Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique Thunnus (neothunnus) albacares (Bonnaterre, 1788) Morphologie, biologie, contribution à l'étude dynamique des populations. Paris O.R.S.T.O.M., 1968, In - 4, 117 p.
- ROYCE W.F. (1965) - A morphometric study of yellowfin tuna Thunnus albacares (Bonnaterre). U.S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull., 63, pp. 395-443.
- SCHAEFER M.B. and ORANGE C.J. (1955) - Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (Neothunnus macropterus) and skipjack (Katsuwonus pelamis) in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull., Vol 1, n°6, pp. 281-349.

- SCHAEFER M.B. and ORANGE C.J. (1956) - Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna and skipjack in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. I.A.T.T.C. Bull. Vol. 1, n°6, pp. 281-320.
- SCHAEFER M.B. and WALFORD L.A. (1950) - Biometric comparison between yellowfin tunas (Neothunnus) of Angola and the Pacific coast of Central America. U.S. Fish. and Wild. Serv., Fish. Bull. 56.
- SHIMADA B.M. (1951) - Contributions to the biology of tunas from the western equatorial Pacific. U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull., 52 (62) pp. 111-118.
- SHOMURA R.S. and KEALA B.A. (1962) - Growth and sexual dimorphism in growth of big eye tuna (Thunnus obesus). A preliminary report. F.A.O. n°3. Experience paper n° 24, pp.1-9.
- SHUNG S.H. (1973) - The sexual activity of yellowfin tuna caught by the longline fishery in the Indian Ocean, based on the examination of ovaries. Bull. Far Seas Res. Lab., 9, pp. 123-142.
- SIMMONS D.C. (1969) - Maturity and spawning of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) in the Atlantic Ocean, with comments on nematode infestation of the ovaries. U.S. Fish. Wild. Serv., S.S.R.F., 580, pp. 1-17.
- SIMPSON A.C. (1951) - The fecundity of the plaice. Fish. Invest. Lond. Ser. 2, 17 (5), 27 p.
- SLOANE H. (1707) - A voyage to the islands Madeira, Barbades, Nieves, S. Christophers and Jamaica with the natural history of the herbs and trees, four-footed beasts, fishes, birds, insects, reptiles etc ... London, Vol. 1, p. 11, Vol. 2, p. 350.
- STEQUERT B. (1976) - Etude de la maturité sexuelle, de la ponte et de la fécondité du listao (Katsuwonus pelamis) de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Océanogr., (sous presse).
- SUDA A. and SCHAEFER M.B. (1965) - Size composition of catches of yellowfin tuna in the Japanese long-line fishery in the eastern tropical Pacific East of 130°W. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 10(4), pp. 267-332.
- THOMAS P.T. and RAJU G. (1964) - Gonadal abnormalities in scombroid fishes. J. Mar. Biol. Ass. India, Proc. Symp. Scombroid Fishes, pt II, pp. 719-724.
- UCHIYAMA J.H. and STRUHSACKER P. (1975) - Age and growth of skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, yellowfin tuna, Thunnus albacares, and albacore, Thunnus alalunga, as indicated by daily growth increments of sagittae. I.C.C.A.T., Doc., S.C.R.S./75/57, 12 p.
- UEYANAGI S. (1957) - Spawning of the albacore in the Western Pacific. Report of the Nankai Regional fish. Res. Lab. 6, pp. 113-124.
- WADE C.B. (1951) - Larvae of tuna and tuna-like fishes from Philippines waters. Fish. Bull., U.S., 51 (57), pp. 445-485.

- WADE C.B. (1950) - Observations of the spawning of Philippines tuna. Fish. Bull., U.S., 51 (55), pp. 409-423.
- WOOD H. (1930) - Scottish herring shoals. Prespawning and spawning movements. Scott. Fish. Bd Sci. Invest. 1, pp. 1-71.
- YABUTA Y., YUKINAWA M. and WARASHINA Y. (1960) - Growth and age of yellowfin tuna. 2. Age determination (scale method). Rep. Nankai Fish. Res. Lab., (12), pp. 63-74, (in Japanese with English summary).
- YANG R.T., NOSE Y. and HIYAMA (Y) (1969) - A comparative study on the age and growth of yellowfin tunas from the Pacific and Atlantic Oceans. Far Seas Fish. Res. Lab., Bull. 2, pp. 1-21.
- YONEMORI T. and HONMA M. (1975) - A note on the size composition by sex of yellowfin tuna caught by Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean. (advance summary), I.C.C.A.T., S.C.R.S./75/30, nov. 1975.
- YOSHIDA H.O. (1966) - Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago. U.S. Fish. Wild. Serv., Fish. Bull., 65 (2), pp. 479-488.
- YUEN H.S.H. (1955) - Maturity and fecundity of big eye tuna in the Pacific. U.S. D.I. Fish. Wild. Serv. S.S.R.F., n°150, pp. 1-30.
- YUEN H.S.F. and JUNE F.C. (1957) - Yellowfin tuna spawning in the Central Equatorial Pacific. U.S. Dept. Int. Fish and Wildlife Serv., Fish.Bull. 112, Vol. 57, pp. 251-264.
- ZHAROV V.L. (1966) - Reproduction of the yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. I.C.E.S. Scombriform Fish Commission, C.M. 1966/K, 2 p.

ANNEXE I

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : JANVIER 1974

[illegible]

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : FEVRIER 1974

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
37,4	130,7	42,1	510	22,84	4 648	1 617	9 100	3 171
40,3	143,1	55,4	1 380	47,09	13 347	4 101	9 700	2 971
40,2	143,1	55,4	850	29,01	10 418	1 580	12 300	1 860
40,5	145,5	57,9	350	11,36	0	0	0	0
45	164,9	84	1 280	28,55	11 136	1 060	8 700	8 700
43	156,2	71,5	1 330	34,90	14 839	2 109	11 100	1 600
32,5	108,6	24,2	420	32,79	4 428	1 344	10 500	3 200
39,2	139,1	50,6	570	21,18	8 556	2 557	15 000	4 485
38,6	137	48,4	690	26,83	5 204			
33	113,1	27,4	400	27,65	4 400	1 028	11 000	2 570
35	122,3	34,5	540	29,52	6 611	802	12 200	1 480
32,3	110	25	550	41,32	5 673	1 296	10 300	2 400
31,5	106	22	260	21,83	2 154	582	8 300	2 200
25	79,5	9,6	213	42,39	3 329	1 095	15 600	
29,6	97,7	17,7	161	17,26	1 798	406	11 171	2 522
35,1	122	34,6	424	23,35	5 440	1 151	12 800	2 700
43,2	156	71,5	931	24,52	10 600	2 181	11 400	2 340
37	130,7	42,1	676	30,28	11 222	2 453		
33,6	115,4	29	608	39,56	7 786	2 700	12 805	
26,5	85	12	56	9,12	0	0	0	0
30	99,8	18,9	396	39,84	6 510	1 774	16 400	4 480
34,5	120,2	32,8	390	22,46	6 552	1 850	16 800	4 700
34	117,7	30,8	390	23,92	3 822	1 114	9 800	2 860
24,5	77	9	22,6	4,95	0	0	0	0
34,5	117,7	30,8	430	26,37	6 819	1 904	15 900	4 400
25	79,5	9,6	21	4,26	0	0	0	0

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : FEVRIER 1974

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
35	122,3	34,5	540	29,52	5 847	1 065	10 800	1 971
39,4	141,2	53	450	15,98	4 911	1 067	10 900	2 370
39,7	141,5	53,2	540	19,06	5 940	401	11 000	743
43,5	158,4	74,5	545	13,71	2 300	2	4 220	4
41	147,6	60,5	1 040	33,34	13 579	3 536	13 000	3 400
44	160,5	77,6	973	23,53	7 394	584	7 600	600
39,6	143,4	55,4	515	17,46	6 695	1 089	13 000	2 114
38,4	134,9	46,2	825	33,61	6 458	2 484	7 828	3 012
38,2	134,9	46,2	271	11,04	3 779	828	13 200	3 057
39,9	143,4	55,4	759	25,74	9 281	1 541	12 200	2 030
40,8	147,6	60,5	1 004	31,22	9 329	2 268	9 296	2 260
39	139,1	50,7	428	15,90	7 700	1 900	17 700	4 500
36	126,5	38,2	405	20,01	5 751	675	14 200	1 700
42	151,9	65,8	1 310	37,38	21 709	7 561	16 600	5 800
43	156,2	71,5	1 205	31,62	25 300	2 760	21 000	2 300
38,5	137	48,4	968	37,65	22 015	4 923	22 742	5 085
35	122,3	34,6	538	29,41	7 117	1 726	13 200	3 200
39	139,1	50,7	448	16,68	3 674	610	8 200	1 360
41	147,6	60,4	1 180	36,70	17 400	1 787	14 700	1 500
45,8	169	90	1 350	27,97	28 543	2 892	21 142	2 140
42,6	154,1	68,7	1 250	34,16	12 054	1 940	9 640	1 152
38,4	135	47	780	31,70	12 750	2 024	16 300	2 700
39	139,1	50,7	1 045	38,83	13 354	2 540	13 300	2 400
39,5	141,2	53	1 010	35,88		3 484		3 450
29,5	97,7	17,7	144	15,44	1 103	4 180	7 780	1 246
39,5	141,2	53	1 100	39,07		4 072		3 702

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : { FEVRIER 1974
MARS 1974

[illegible]

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : AVRIL 1974

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
38	134,9	46,2	765	30,88	4 220	1 444	5 516	1 888
39	139,1	50,6	885	32,60	4 956	1 579	5 600	1 784
40,5	145,5	57,9	830	26,95		1 770		2 132
39	139,1	50,6	850	31,31		2 414		2 840
41,5	147,9	63,1	1 045	32,30	6 149	1 747	5 884	1 672
40	143,3	55,4	775	26,11	5 867	181	5 570	234
34	117,7	30,8	98	5,85	0	0	0	0
38	139,1	50,6	830	30,84	6 378	1 555	7 648	1 874
40,5	145,5	57,9	640	20,78	3 894	992	6 084	1 550
40	143,5	55,4	665	22,60	1	1 533		2 306
36	126,5	38,2	460	22,72	5 651	381	12 284	830
37	130,7	42,1	510	22,84		1 443		2 830
38	134,8	46,2	685	27,97	8 435	1 915	12 314	2 736
39,5	141,2	53	500	17,76	7 385	1 418	14 770	2 836
39,5	141,2	53	510	18,12	2 098	563	4 114	1 104
33,5	115	28,5	380	24,99	3 300	112	8 684	296
34,5	120,2	32,8	390	22,46	4 802	1 704	12 314	4 370
38,3	134,8	46,2	330	13,47	0	0	0	0
39,5	141,2	53	425	15,10	4 601	1 121	10 828	2 638
35	122,3	34,6	400	21,87	3 291	784	8 228	1 962
35	122,3	34,6	500	27,33	4 471	2 420	8 942	4 840
35,5	124,4	36,3	280	14,54	1 792	445	6 400	1 590
40	143,3	55,4	610	20,73	5 715	345	9 370	566
39,5	141,2	53	530	18,83	4 496	1 268	8 484	2 394

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : MAI 1974

[illegible]

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : JUILLET 1974

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
40,5	145,5	57,9	1150	37,33	15 053	4 425	13 090	3 848
42	151,9	65,8	320	9,13	0	0	0	0
36	126,5	38,2	180	8,89	0	0	0	0
41	147,6	60,5	270	8,40	0	0	0	0
40	143,3	55,4	250	8,50	0	0	0	0
39	139,1	50,7	400	14,86	0	0	0	0
40,5	145,5	57,9	320	10,39	0	0	0	0
38,5	136,9	48,4	260	10,13	0	0	0	0
39	139,1	50,7	310	11,52	0	0	0	0
41	147,6	60,5	280	8,71	18	/	62	—
38,5	136,9	48,4	240	9,35	0	0	0	0
39	139,1	50,7	280	10,40	0	0	0	0
39	139,1	50,7	280	10,40	0	0	0	0
41	147,6	60,5	300	9,33	12	—	40	—
40	143,3	55,4	—	—	0	0	0	0
36,5	128,6	40,1	200	9,40	0	0	0	0
35,5	124,4	36,3	200	10,39	0	0	0	0
38	134,8	46,2	430	17,55	—	550	—	1 280
40,4	143,3	55,4	540	21,75	—	645	—	696
32,5	110,8	25,8	53	3,91	0	0	0	0
28,5	93,5	15,6	785	10,46	0	0	0	0
40	143,3	55,4	310	10,53	0	0	0	0
37	130,7	42,1	156	6,99	0	0	0	0

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : OCTOBRE 1974
NOVEMBRE 1974

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
30,7	108	20,2	40	3,77	1	0	22	0
35	122,3	34,6	236	12,90	621		2 632	
35,2	122,3	34,6	115	6,29	1,5		13	
30,5	102	20,2	17	1,60	0	0	0	0
29,2	97,7	17,7	25	2,68	1,5	1	12	8
37,2	130,7	42,1	130	5,82	0	0	0	0
21,7	66,7	5,7	16	5,39	0	0	0	0
35	122,3	34,6	157	8,58	379		2 412	
36,5	128,6	40,1	208	9,78	986		4 744	
38,5	136,9	48,4	490	19,10	444	51	908	106
34	117,7	30,8	160	9,81	3	2	20	10
35	122,3	34,6	375	20,50	2 709	873	7 224	2 328
38	134,8	46,2	540	22,01	5 957	1 184	11 032	2 192
41	147,6	60,5	1090	33,90	8 733	2 014	8 012	1 848
34,5	120,2	32,8	145	8,35	0	0	0	0
40	143,3	55,4	620	21,07	3 068	887	4 948	1 432
36	126,5	38,2	510	25,19	3 031	1 153	5 944	2 260
36	126,5	38,2	900	44,46	9 482	2 653	10 536	2 948
38	134,8	46,2	930	37,99	9 703	1 540	10 432	1 655
42,5	154,1	68,6	955	26,10	5 664	1 172	5 931	1 227

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : DECEMBRE 1974

[illegible]

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : JANVIER 1975

[illegible]

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

FEVRIER 1975
mois : MARS 1975

LD1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
37	130,7	42,1	880	39,41	9 430	1 915	10 716	2 176
40,5	145,5	57,9	1 100	35,71	10 177	2 790	9 252	2 536
39,5	141,2	53	700	24,87	9 462	2 848	13 517	4 068
36	126,5	38,2	1 035	51,13	9 662	2 140	9 336	2 068
35,5	124,4	36,3	1 380	71,68	13 932	4 302	10 096	3 117
42	151,9	65,8	1 760	50,22	21 310	6 287	12 108	3 572
36	134,8	46,2	900	36,74	10 390	3 362	11 544	3 736
37,5	132,8	44,1	1 260	53,80	14 112	5 092	11 200	4 041
40	143,3	55,4	1 690	57,43	20 767	6 327	12 288	3 764
39,5	141,2	53	1 500	53,28	21 516	7 655	14 344	5 103
40	143,3	55,4	1 295	44,01	15 949	4 284	12 316	3 308
39,5	141,5	53	1 260	44,76	16 527	5 453	13 116	4 328
40	143,3	55,4	1 160	39,42	11 359	3 952	9 792	3 407
41,5	149,5	63,1	800	23,94	6 720	2 570	8 400	3 212
42,5	154,1	68,1	1 110	30,33	9 430	2 618	8 496	2 358
39	139,1	50,6	600	22,29	6 014	1 795	10 024	2 992
	.							
40	143,3	55,4	1 270	43,16	12 156	5 217	9 572	4 108
40	143,3	55,4	1 290	43,84	16 440	4 711	12 744	3 652
39,5	141,2	53	1 430	50,80	8 260	3 111	5 776	2 176
39,5	141,2	53	1 280	45,47	15 462	6 246	12 080	4 880
41	147,6	60,5	835	25,97	8 981	3 557	10 756	4 260
42	151,9	65,8	725	20,69	6 029	2 729	8 316	3 764
40	143,3	55,4	586	19,91	5 042	1 704	8 604	2 908
39	139,1	50,6	440	16,38	2 394	845	5 440	1 920

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : AVRIL 1975

LD 1	LF	Pds	Pds GONADE	GI	NT	F	NT/g. ov.	F/g. ov.
40,5	145,5	57,9	300	9,74	376	703	1 252	2 345
42	151,9	65,8	625	17,83	6 532	1 265	10 452	2 024
40,5	145,5	57,9	685	22,24	7 869	3 628	11 488	5 294
39	139,1	50,6	780	28,98	7 647	2 914	9 804	3 736
28,5	93,5	15,6	255	31,20	3 042	647	11 928	2 537
39,5	141,2	53	916	32,54	9 223	3 871	10 068	3 462
38,5	136,5	48,4	202	7,94	2		10	
41	147,6	60,5	512	15,92	4 477	1 293	8 744	2 525
24	79	9,6	25	5,10	1		18	
41	147,6	60,5	1 100	34,21	12 122	5 385	11 020	4 896
40,5	145,5	57,9	495	16,07	2 455	812	4 960	1 640
41,5	149,7	63,1	1 090	32,49	14 192	5 890	13 020	5 404
38,5	136,5	48,4	975	38,34	10 932	4 302	11 212	4 412
40	143,3	55,4	1 120	38,06	10 904	3 812	9 736	3 404
40	143,3	55,4	685	23,28	6 083	2 143	8 880	3 128
37	130,7	42,1	595	26,68	5 186	2 082	8 716	3 500
38,5	136,5	48,4	925	36,37	9 949	3 445	10 756	3 724
37,5	132,8	44,1	420	17,93	4 089	2 004	9 736	4 772
40	143,3	55,4	1 105	37,55	12 389	5 684	11 212	5 144
40,5	145,5	57,9	850	27,59	8 602	3 366	10 120	3 960
35	122,3	34,6	1 375	75,15	14 394	6 083	10 468	4 424
38,5	136,5	48,4	760	29,88	8 247	3 344	10 852	4 400
35,5	124,4	36,3	255	13,25	2 085	—	8 176	—

ANNEXE I (suite)

REPRODUCTION ALBACORE FEMELLES

mois : MAI 1975

[illegible]

N°	ESPECE	DATE PRISE	LIEU	REGION

[illegible][illegible][illegible]

TOTAL	
-------	--

ANNEXE II

[illegible]

ANNEXE III

CORRESPONDANCES LONGUEUR PREDORSALE-LONGUEUR A LA FOURCHE
CALCULEES AU C.R.O. D'ABIDJAN ET UTILISEES DANS CETTE ETUDE
(FONTENEAU, communication personnelle).

LD1	LF	LD1	LF	LD1	LF
10	35,512	28	91,434	40	143,347
11	35,004	29	95,581	40,5	145,480
12	37,587	30	99,820	41	147,617
13	40,263	31	104,152	41,5	149,760
14	43,030	32	108,575	42	151,907
15	45,890	33	113,090	42	154,059
16	48,841	34	117,697	43	156,216
17	51,865	34,5	120,234	43,5	158,377
18	55,020	35	122,308	44	160,543
19	58,248	35,5	124,388	44,5	162,714
20	61,567	36	126,473	45	164,890
21	64,979	36,5	128,564	45,5	167,070
22	68,482	37	130,660	46	169,254
23	72,077	37,5	132,761	46,5	171,443
24	75,765	38	134,868	47	173,637
25	79,544	38,5	136,980	47,5	175,835
26	83,415	39	139,098	48	178,037
27	67,379	39,5	141,220	48,5	180,244
				49	182,455